



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
EQUIPO INDUSTRIAL UTILIZADO EN LA FABRICACIÓN DE TUBERÍA DE
ACERO, EN PLANTA TUBAC, S.A.**

Maynor Aníbal Delgado Pérez

Asesorado por el Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda

Guatemala, abril de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
EQUIPO INDUSTRIAL UTILIZADO EN LA FABRICACIÓN DE TUBERÍA DE
ACERO, EN PLANTA TUBAC, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MAYNOR ANÍBAL DELGADO PÉREZ

ASESORADO POR EL ING. EDWIN ESTUARDO SARCEÑO ZEPEDA
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, ABRIL DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing.	Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga.	Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga.	Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing.	Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br.	Kenneth Issur Estrada Ruíz
VOCAL V		
SECRETARIA	Inga.	Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO/A	Ing.	Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing.	Fredy Mauricio Monroy Peralta
EXAMINADOR	Ing.	Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
EXAMINADOR	Ing.	Carlos Aníbal Chicojay Coloma
SECRETARIA	Inga.	Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EQUIPO INDUSTRIAL UTILIZADO EN LA FABRICACIÓN DE TUBERÍA DE ACERO, EN PLANTA TUBAC, S.A.,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 10 de julio de 2007.

Maynor Aníbal Delgado Pérez



Guatemala, 13 de marzo de 2008
Ref. EPS. D. 236.03.08

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor - Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica, **MAYNOR ANÍBAL DELGADO PÉREZ**, procedí a revisar el informe final de la práctica de EPS, cuyo título es **“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EQUIPO INDUSTRIAL UTILIZADO EN LA FABRICACIÓN DE TUBERÍA DE ACERO EN PLANTA TUBAC, S.A.”**.

Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el país.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
Asesor - Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica



EESZ/jm



Guatemala, 13 de marzo de 2008
Ref. EPS. D. 236.03.08

Ing. Fredy Monroy
Director Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Monroy.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EQUIPO INDUSTRIAL UTILIZADO EN LA FABRICACIÓN DE TUBERÍA DE ACERO EN PLANTA TUBAC, S.A."** que fue desarrollado por el estudiante universitario **MAYNOR ANÍBAL DELGADO PÉREZ**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor – Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido; solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecaña
Directora Unidad de EPS



NISZ/jm



FACULTAD DE INGENIERIA

El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor – Supervisor de EPS, y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EQUIPO INDUSTRIAL UTILIZADO EN LA FABRICACIÓN DE TUBERÍA DE ACERO EN PLANTA TUBAC, S.A., del estudiante **Maynor Aníbal Delgado Pérez**, recomienda su aprobación.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Carlos Humberto Pérez Rodríguez
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL
Colegiado 3071

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador de Área

Guatemala, marzo de 2008.

/behdei



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación de la Directora de la Unidad del Ejercicio Profesional Supervisado, al trabajo de graduación PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EQUIPO INDUSTRIAL UTILIZADO EN LA FABRICACIÓN DE TUBERÍA DE ACERO, EN PLANTA TUBAC, S. A., del estudiante Maynor Aníbal Delgado Pérez, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Fredy Mauricio Monroy Peralta
DIRECTOR



Guatemala, abril de 2008.

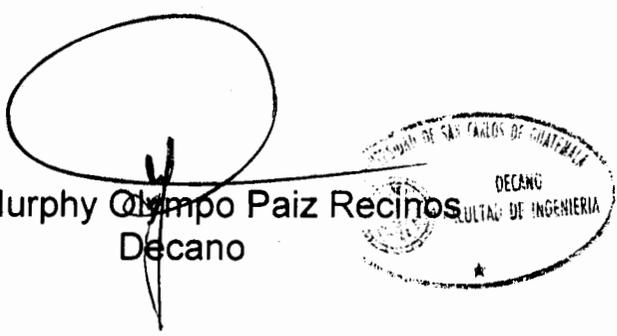
/behdei



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EQUIPO INDUSTRIAL UTILIZADO EN LA FABRICACIÓN DE TUBERÍA DE ACERO, EN PLANTA TUBAC, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Maynor Aníbal Delgado Pérez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, abril 2008

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Todopoderoso, por darme el don de vida, salud, sabiduría y brindarme el apoyo en los difíciles momentos durante el trayecto de toda mi vida y permitirme la culminación de mi carrera profesional.

MIS PADRES

Mario Arnoldo Delgado Coy

Desideria Pérez de Delgado

Que Dios derrame bendiciones sobre ellos, pues debido a sus esfuerzos, amor y comprensión hoy ven cumplidos sus anhelos y los míos, que este triunfo alcanzado sea una muestra de agradecimiento.

MI HERMANO

Jorge Mario Arnoldo

Gracias por estar conmigo en todo momento.

MI FAMILIA

Conformada por tíos, primos y sobrinos. Gracias por su apoyo y cariño.

MIS AMIGOS

A todos gracias por su amistad y por todos los momentos compartidos.

AGRADECIMIENTOS A

- DIOS** Por proporcionarme la inteligencia y sabiduría necesarias para realizar este sueño.
- LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS** Y específicamente a la Facultad de ingeniería, por haberme permitido tener el privilegio de ser parte de ella.
- TUBAC, S.A.** Por brindarme la oportunidad de realizar en sus instalaciones el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) y así poner en practica los conocimientos universitarios.
- ING. WERNER MÉNDEZ** Por la oportunidad y apoyo brindado.
- MI ASESOR Y CATEDRÁTICOS** Que fueron las personas que mostraron sus conocimientos para el aprendizaje profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	
1.1 Generalidades de la empresa	1
1.1.1 Reseña histórica	1
1.1.2 Actividades y productos	2
1.1.3 Visión y Misión	3
1.1.4 Estructura organizacional	3
1.1.5 Ubicación	5
1.1.6 Planta de producción	6
1.2 Departamento de mantenimiento	6
1.2.1 Actividades	6
1.2.2 Estructura organizacional	7
1.3 Descripción de los talleres de mantenimiento	9
1.3.1 Taller eléctrico	10
1.3.2 Taller mecánico	10
1.4 Conceptos generales	11
1.4.1 Definición de mantenimiento	11
1.4.2 Tipos de mantenimiento	12
1.4.2.1 Mantenimiento rutinario	12

1.4.2.2	Mantenimiento programado	12
1.4.2.3	Mantenimiento por avería o reparación	13
1.4.2.4	Mantenimiento circunstancial	13
1.4.2.5	Mantenimiento correctivo	14
1.4.2.6	Mantenimiento preventivo	15
1.4.2.7	Mantenimiento predictivo	19
1.5	Información general de mantenimiento preventivo	21
1.6	Generalidades de las normas ISO 9001:2000	22
1.6.1	Puntos importantes que exigen las normas ISO 9001:2000	26
1.7	Situación actual	29
1.7.1	Mantenimiento correctivo aplicado a la maquinaria	29
1.7.2	Procedimiento utilizado para realizar el mantenimiento correctivo	30
1.7.2.1	Uso de la orden de trabajo	30
1.7.2.2	Talleres establecidos para solicitudes de trabajo	31
1.7.2.2.1	Taller eléctrico	32
1.7.2.2.2	Taller mecánico	32
1.7.3	Procedimiento utilizado para requerir repuestos de bodega	33
1.7.3.1	Uso de la solicitud de repuestos	33
1.7.4	Frecuencia de aplicación de mantenimiento correctivo	34
1.7.5	Problemas ocasionados por el mantenimiento actual	34
1.7.5.1	Tiempos muertos	35
1.7.5.2	Costos elevados	35
1.7.5.3	Incumplimiento de producción planificada	37
1.7.5.4	Desgaste de maquinaria acelerada	36

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

2.1	Desarrollo del plan de mantenimiento preventivo para equipo industrial utilizado en la fabricación de tubería de acero	39
2.1.1	Procedimiento general de un plan de mantenimiento de equipo, para el área de molinos de la línea 604, 483 y Mc.Kay	39
2.1.1.1	Codificación e inventario general del equipo	40
2.1.1.2	Rutinas de mantenimiento preventivo para los equipos	41
2.1.1.3	Procedimiento para la actualización de la planificación de mantenimiento preventivo	43
2.1.1.4	Procedimiento de ejecución para realizar mantenimiento correctivo	44
2.1.1.5	Maquinaria que se le aplica mantenimiento preventivo	46
2.1.2	Documentos para los controles de mantenimiento preventivo	47
2.1.2.1	Área de molinos de la línea 604	47
2.1.2.1.1	Lista maestra de infraestructura y plan semestral de mantenimiento para la línea 604	47
2.1.2.1.2	Ficha técnica y de inspección para la línea 604	50
2.1.2.1.3	Orden de trabajo para la línea 604	52
2.1.2.1.4	Instructivo de mantenimiento preventivo para la línea 604	54

2.1.2.2	Área de molinos de la línea 483	60
2.1.2.2.1	Lista maestra de infraestructura y plan semestral de mantenimiento para la línea 483	60
2.1.2.2.2	Ficha técnica y de inspección para la línea 483	63
2.1.2.2.3	Orden de trabajo para la línea 483	65
2.1.2.2.4	Instructivo de mantenimiento preventivo para la línea 483	67
2.1.2.3	Área de molinos de la línea Mc.Kay	74
2.1.2.3.1	Lista maestra de infraestructura y plan semestral de mantenimiento para la línea Mc.Kay	74
2.1.2.3.2	Ficha técnica y de inspección para la línea Mc.Kay	77
2.1.2.3.2	Orden de trabajo para la línea Mc.Kay	79
2.1.2.3.4	Instructivo de mantenimiento preventivo para la línea Mc.Kay	81
2.1.3	Programación de mantenimiento preventivo	87
	CONCLUSIONES	89
	RECOMENDACIONES	91
	BIBLIOGRAFÍA	93
	APÉNDICES	95

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de planta TUBAC, S.A.	4
2.	Ubicación actual de planta TUBAC, S.A.	5
3.	Organigrama del departamento de mantenimiento Tubac, S.A	9
4.	Diagrama de flujo para la actualización de planificación de mantenimiento preventivo	44
5.	Diagrama de flujo para realizar mantenimiento correctivo	45
6.	Formato del plan semestral de mantenimiento para la línea 604	49
7.	Formato de ficha técnica y de inspección para la línea 604	51
8.	Formato de orden de trabajo para la línea 604	53
9.	Formato del plan semestral de mantenimiento para la línea 483	62
10.	Formato de ficha técnica y de inspección para la línea 483	64
11.	Formato de orden de trabajo para la línea 483	66
12.	Formato del plan semestral de mantenimiento para la línea Mc.Kay	76
13.	Formato de ficha técnica y de inspección para la línea Mc.Kay	78
14.	Formato de orden de trabajo para la línea Mc.Kay	80
15.	Programación de mantenimiento preventivo para el área de molinos de la línea 604 (1er. Semestre)	97
16.	Programación de mantenimiento preventivo para el área de molinos de la línea 604(2do. Semestre)	98
17.	Programación de mantenimiento preventivo para el área de molinos de la línea 483 (1er. Semestre)	99

18. Programación de mantenimiento preventivo para el área de molinos de la línea 483 (2do. Semestre)	100
19. Programación de mantenimiento preventivo para el área de molinos de la línea McKay (1er. Semestre)	101
20. Programación de mantenimiento preventivo para el área de molinos de la línea McKay (2do. Semestre)	102

LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Grados centígrados
PSI	Libras sobre pulgada cuadrada
°	Grados
rpm	Revoluciones por minuto
Hz	Hertz
P	Presión
V	Voltaje
A	Amperaje
Ohm	Ohmios
EP	Extrema presión
CC	Corriente continua

GLOSARIO

Anclaje	Conjunto de elementos destinados a fijar un equipo al suelo, para evitar movimientos de volteo y vibración excesiva entre otros.
Bobinadora	Máquina con unidades para enrollar bobinas de lámina.
Caja reductora	Mecanismo que utiliza una serie de engranajes que se acoplan entre sí, para efectuar reducción de velocidad de movimiento.
Carcasa	Cubierta de un equipo dispuesto como elemento protector y no conductor de corriente eléctrica.
Clutch	Dispositivos de transferencia de potencia que permiten el acoplamiento y desacoplamiento de ejes.
Chumaceras	Piezas utilizadas para sostener ejes en los extremos.
Contactador	Aparato mecánico de conexión y desconexión eléctrica, accionado por cualquier energía eléctrica capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales de circuito, incluso las sobrecarga.

Desgaste	Pérdida progresiva de sustancia de la superficie de operación de un cuerpo, como resultado de la carga y del movimiento relativo de la superficie.
Eje	Miembro giratorio o estacionario, usualmente de sección transversal circular, con diámetro pequeño en relación con su longitud y que sirve para transmitir potencia a través de elementos como engranes, ruedas dentadas, poleas y levas.
Electroválvula	Válvula accionada con un electroimán que regula un circuito de accionamiento de apertura y cierre.
Engrane	Rueda dentada que, que cuando se acopla con otra rueda dentada transmite potencia entre ejes.
Fajas	Dispositivo de transmisión de potencia que consta de una espira de sección transversal rectangular colocado bajo tensión entre poleas.
Fricción	Fuerza que resiste el movimiento relativo entre las superficies de contacto.
Hidráulica	Sistemas de tuberías, cilindros, bombas y válvulas que trabajan, usando un aceite como medio de transporte para transmitir una presión.

Lubricante	Cualquier sustancia que reduce la fricción y el desgaste y que proporciona una vida útil de operación satisfactoria para elementos de maquinas.
Manómetros	Medidores e indicadores de presión.
Rutina	Proceso que indica paso a paso la forma de realizar un mantenimiento.
Switch	Interruptor que puede ser accionado por diferentes formas de energía.
Tiempo muerto	Tiempo en el cual el equipo no produce.
Vibración	Movimiento oscilatorio o vaivén de la máquina o algún elemento mecánico.

RESUMEN

El mantenimiento preventivo cumple con la característica principal de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial para corregirlas en el momento oportuno, reduciendo el mantenimiento correctivo y todo lo que representa una reparación, mediante una rutina de inspecciones periódicas y renovación de elementos dañados, manteniendo así los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles requeridos.

La empresa TUBAC, S.A., se enfoca en aplicar las Normas ISO 9001:2000 que tiene como objetivo primordial asegurar la capacidad continua del proceso, es por ello que se puso en práctica el mantenimiento preventivo basado en aplicar dicha norma en la línea de producción de tubería de acero, teniendo así documentos escritos como instructivos, planes y fichas técnicas de inspección, de mantenimiento preventivo de cada máquina, para que exista un control adecuado al que está sometido el equipo periódicamente para evitar problemas posteriores como tiempos muertos, costos elevados, incumplimiento de producción planificada y desgaste de maquinaria acelerada.

La implementación del mantenimiento preventivo contempla una serie de acciones como lo son la codificación de los equipos para facilitar la identificación y ubicación exacta dentro de la planta, creación de un inventario con datos y características técnicas de los equipos que permita obtener información base para administrar su mantenimiento, así como la definición de rutinas de mantenimiento preventivo que sirvan como base para la fase administrativa de programación del mantenimiento de los equipos.

OBJETIVOS

- **General**

Elaborar planes, instructivos y documentos de referencia de mantenimiento preventivo para equipo industrial, con el fin de que exista un control específico y un buen funcionamiento de las máquinas, y así poder mejorar las actividades propias del mantenimiento preventivo en la fabricación de tubería de acero en Planta Tubac, S.A.

- **Específicos**

1. Definir planes de mantenimiento preventivo para cada equipo industrial, con el fin de mejorar su conservación y asegurar su funcionamiento continuo.
2. Aumentar la producción y productividad
3. Reducir costos por actividades relacionadas con el mantenimiento
4. Definir de que forma se implementará el mantenimiento preventivo en las diferentes líneas de producción.
5. Reducir tiempos de paros de maquinaria por desperfectos de operación o mantenimiento.
6. Capacitar al personal de operación y mantenimiento. En el uso de los documentos y guías de mantenimiento.

INTRODUCCIÓN

Partiendo como base principal TUBAC, S.A., es una industria guatemalteca que se dedica a la fabricación y distribución de tubería de acero en toda Guatemala y Centroamérica.

En la fabricación de tubería de acero se requiere que todo producto fabricado cumpla con parámetros de calidad, por consiguiente es conveniente que se tenga a disponibilidad ciertos requerimientos de mantenimiento preventivo de su maquinaria para que se pueda cumplir rigurosamente un proceso continuo que garantice la rápida respuesta que exigen los grandes volúmenes en la fabricación de dicho material.

El presente trabajo de graduación proporciona una manera de mejorar el mantenimiento preventivo para el equipo industrial utilizado en la fabricación de tubería de acero, mediante la elaboración de planes e instructivos enfocado en aplicar las normas ISO 9001:2000 en las diferentes líneas de producción.

Para lograr el plan de mantenimiento preventivo con nuevo parámetro, se tomó en cuenta un plan semestral de mantenimiento, fichas técnicas de inspección y ordenes de trabajo, con dicho plan se espera tener un alto rendimiento en la elaboración de tubería, además de poder lograr bajos costos de mantenimiento y reducir paros de maquinaria por desperfectos de operación o mantenimiento.

La información general acerca de las actividades a desarrollar en el departamento de mantenimiento, de los talleres y de los equipos sobre los cuales se tiene acción directa se presenta en el primer capítulo. Las bases para establecer un plan de mantenimiento preventivo a plenitud en las diferentes líneas de producción se detallan en el segundo capítulo.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Generalidades de la empresa

La información relevante de la empresa TUBAC, S.A., tiene por objeto establecer el panorama general de la empresa y las dependencias con que cuenta para prestar sus servicios de fabricación de tubería de acero. Esta información se menciona a continuación.

1.1.1 Reseña histórica

TUBAC S.A. inició sus operaciones en 1995, logrando posicionarse en el mercado centro y norte americano. TUBAC fue establecida como sociedad anónima el 27 de agosto de 1993.

El objetivo principal de la organización es la producción y comercialización de tubería de acero para conducción y estructural, para la venta al Distribuidor General; además la distribución de láminas y perfiles de acero. La fábrica de formado de tubo negro esta ubicada en la carretera a San Miguel Petapa Km. 11.5 y la planta de galvanización a 3 KM de distancia. La capacidad Instalada de la planta es de 60,000 toneladas métricas anuales.

1.1.2 Actividades y Productos

TUBAC S.A., es la fábrica de acero más grande de Centro América con el servicio a toda la región extendiéndose cada día a más países, impulsados por una agresiva estrategia de crecimiento.

Por ende, posee la más alta tecnología que le permite fabricar productos de acero con el compromiso de la mejor calidad y productividad, enmarcados en las normas y estándares internacionales, partiendo de un riguroso proceso continuo que garantiza la rápida respuesta que exigen los grandes volúmenes que requieren los clientes.

Tubac, S.A., es desde marzo de 1995, una industria visionaria y emprendedora que proporciona al sector industrial de cada región un gran gama de productos para soluciones tan demandantes como lo es hoy en día, los productos que se fabrican y comercializas son: Tubería de acero con costura para diferentes aplicaciones y costanera; se comercializa lámina de acero plana rolada en frío y en caliente. Tubo de Acero Negro, Galvanizado y Perfil "C" llamado también Costanera, adicionalmente cuenta con la tecnología de vanguardia para la fabricación de medidas especiales de 5 a 7.3 mts de largo en tubo galvanizado y 5 a 8 mts. Y mas de largo en otros según sean sus necesidades, ofrece grandes ventajas para los intercambios comerciales e industriales de la zona, en vista que su posición estratégica garantiza negocios agiles y de forma inmediata, y con gran competitividad, en precio, para responder eficazmente a los nuevos retos del mercado. Con el firme propósito de lograr la máxima satisfacción de sus clientes sus productos y servicios que TUBAC ofrece, los llevó a tomar la decisión de desarrollar e implementar un Sistema de Gestión de la Calidad que cumpliera con los requisitos de la norma internacional ISO 9001:2000.

1.1.3 Visión y Misión

- **Visión**

Ser líderes en innovación y diferenciación de productos en la región Centroamericana, México y El Caribe; en tubería y otros productos de acero, con el mejor servicio y alta calidad.

- **Misión**

Satisfacer las necesidades de nuestros clientes, a través de la fabricación de tubería y comercialización de productos derivados del acero, ofreciendo el mejor servicio, realizando nuestros procesos con calidad y buscando la rentabilidad que proporcione una fuente de trabajo estable para nuestros empleados, dentro de un marco de desarrollo sostenible.

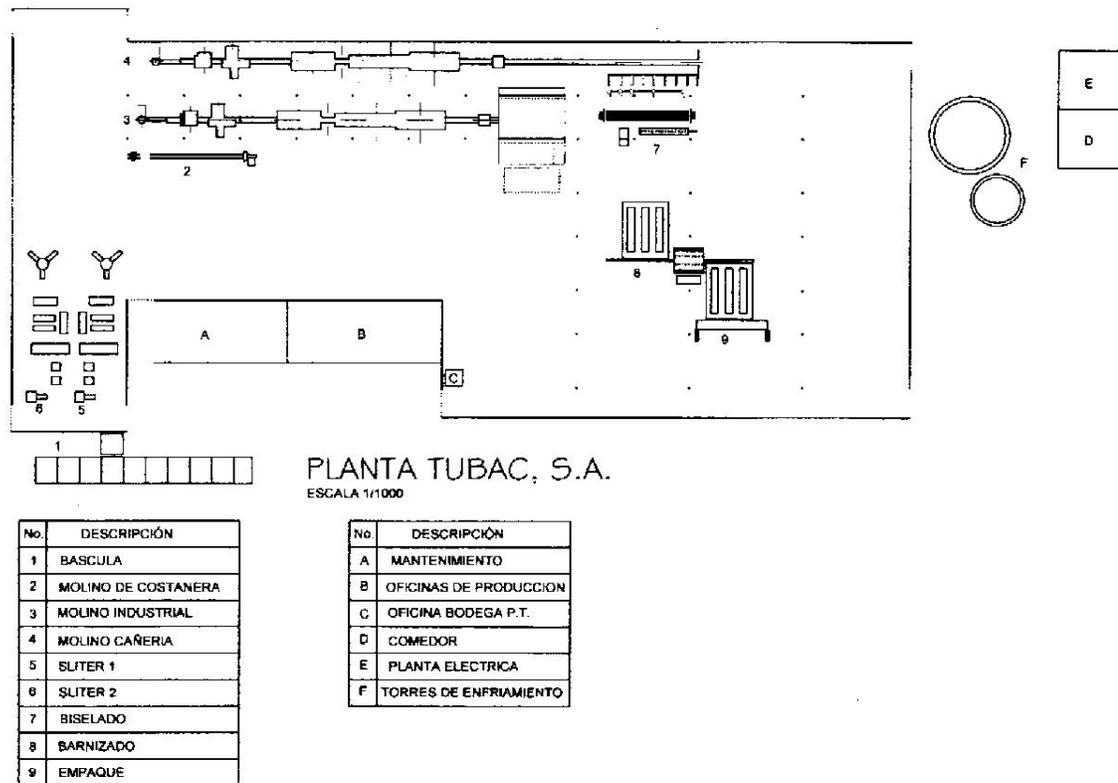
1.1.4 Estructura Organizacional

La empresa TUBAC, S.A. cuenta con una estructura organizacional bastante rígida y vertical, con líneas de mando bien definidas, es un sistema formal que permite a los administradores asignar trabajo, coordinar tareas y delegar autoridad y responsabilidad para conseguir el eficiente cumplimiento de las metas organizacionales, Tubac es una organización grande, en la cual su estructura es jerárquica, de tipo vertical. En la figura 2 se presenta el organigrama de la empresa.

1.1.5 Ubicación

Ubicada en la carretera a San Miguel Petapa Km. 11.5

Figura 2. Ubicación actual de planta TUBAC, S.A.



Fuente: Tubac, S.A

1.1.6 Planta de producción

Los productos que se fabrican y comercializas son: Tubería de acero con costura para diferentes aplicaciones y costanera; se comercializa lámina de acero plana rolada en frío y en caliente.

1.2 Departamento de mantenimiento

En términos generales, el departamento de mantenimiento está involucrado de manera protagónica en el quehacer de la empresa, asumiendo la operación, adiestramiento, asesoría técnica, mantenimiento y reparación de la infraestructura física, equipos e instalaciones.

1.2.1 Actividades

- Planificar y priorizar las tareas de mantenimiento de equipos e instalaciones requeridas.
- Planeación de mantenimiento preventivo y correctivo
- Diseñar y ejecutar programas de mantenimiento para todas las áreas de la planta de producción.
- Asignar los recursos humanos, físicos y técnicos adecuados a las labores que debe realizar.
- Ejecutar las tareas necesarias para asegurar la disponibilidad de los equipos e instalaciones.
- Autorizar solicitudes de compra autorizados por supervisores.
- Priorizar trabajos de mantenimiento sobre la base de estadísticas de tiempos muertos de las maquinas.
- Realizar contactos con proveedores para la compra de suministros.

- Recopilar y analizar toda la información de las actividades de mantenimiento, de forma que, facilite la planificación de los recursos necesarios para el departamento.
- Desarrollar proyectos que involucren la conservación de equipos e instalaciones de la planta.

1.2.2 Estructura organizacional

El organigrama actual del departamento de mantenimiento, lo ubicamos en el nivel central, bajo la jerarquía de la división de gerencia de mantenimiento, que a su vez, depende de la máxima autoridad que es la gerencia general.

La estructura organizacional del departamento de mantenimiento muestra un detalle completo de las líneas de mando y de los cargos específicos que lo conforman siendo una extensión de la estructura organizacional que se representa en el organigrama de la empresa TUBAC, S.A. la figura 3, de este documento.

En la estructura se puede apreciar que existe un jefe encargado del departamento, dos supervisores para controlar las actividades de mantenimiento mecánico y eléctrico.

El jefe de departamento y los supervisores conforman los puestos superiores en el departamento de mantenimiento, porque poseen la autoridad para la toma de decisiones correspondientes al departamento.

En el último nivel, se encuentra mecánicos y electricistas de los equipos de la planta encargados de ejecutar las tareas de mantenimiento en los equipos e instalaciones.

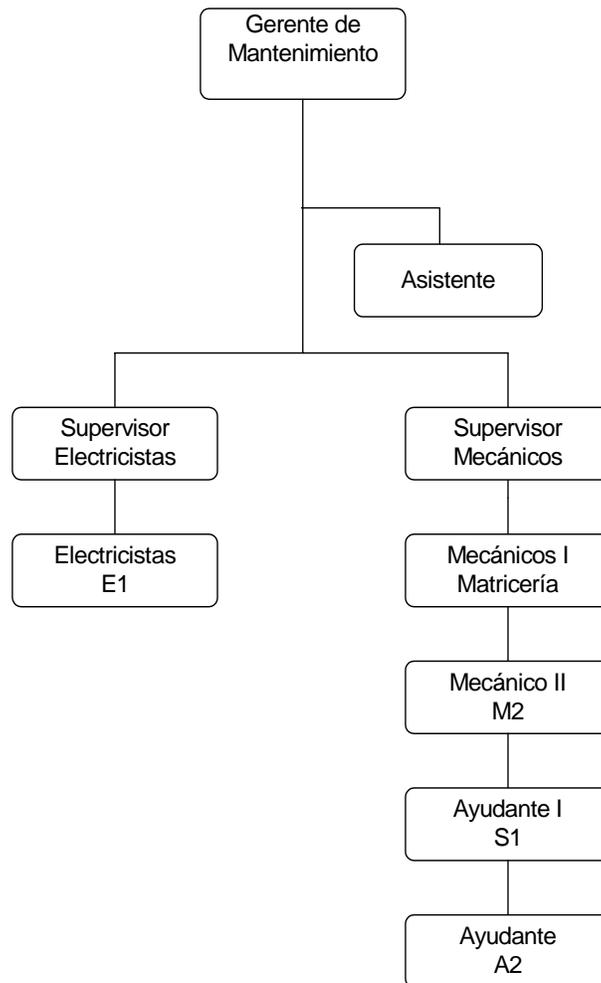
La estructura organizacional del departamento muestra dos grandes divisiones a cargo de los supervisores respectivos. La división de las labores de supervisión en los talleres de mantenimiento se establece de acuerdo con la complejidad de las actividades que ejecutan.

La primera división la conforma el taller eléctrico. El supervisor a cargo de este taller supervisa y ejecuta todas las órdenes de trabajo generadas por el plan de mantenimiento preventivo y correctivo, distribuye y controla al personal en los distintos turnos.

La segunda división la conforma el taller mecánico. El supervisor a cargo de este taller supervisa e inspecciona los trabajos necesarios de mantenimiento de la maquinaria y equipo.

La estructura organizacional del departamento de mantenimiento se muestra en la figura 3 de la siguiente página de este documento.

Figura 3. Organigrama del departamento de mantenimiento TUBAC



Fuente: **Departamento de mantenimiento Tubac, S.A**

1.3 Descripción de los talleres de mantenimiento

El departamento de mantenimiento de la empresa TUBAC, S.A. cuenta con personal técnico operativo específico que se encarga de velar por el buen funcionamiento del equipo industrial utilizado en la fabricación de tubería de acero, entre otros.

Estas tareas, las llevan a cabo cumpliendo dos funciones vitales que son velar por la correcta operación del equipo y su conservación a través del mantenimiento.

1.3.1 Taller eléctrico

Se ubica en un lugar específico en el área de mantenimiento, su función directa es de brindar la supervisión y ejecución de todas las órdenes de trabajo generadas por el plan de mantenimiento preventivo y correctivo. Del funcionamiento y operación del equipo se encarga el supervisor de mantenimiento eléctrico. Además se cuenta con un técnico eléctrico-electrónico.

Las funciones específicas que debe de cumplir este taller son:

- Velar porque todos los servicios, reparaciones, repuestos etc. sean realizados y/o estén en el tiempo programado, con la calidad requerida.
- Brindar asesorías y capacitaciones en la operación de equipos.

1.3.2 Taller mecánico

Se ubica en un lugar específico en el área de mantenimiento, su función es de brindar la supervisión y ejecución de todas las órdenes de trabajo generadas por el plan de mantenimiento preventivo y correctivo.

Del funcionamiento y operación del equipo se encarga el supervisor de mantenimiento mecánico.

Las funciones específicas que debe de cumplir este taller son:

- Velar porque todos los servicios que presta mantenimiento, se realicen en el momento adecuado y con la calidad requerida.
- Brindar asesorías y capacitaciones en la operación de equipos.

1.4 Conceptos generales

1.4.1 Definición de mantenimiento

El mantenimiento es un factor indispensable para el funcionamiento sostenido de maquinaria, instalaciones, plantas industriales y el buen desarrollo de las mismas. Podemos decir que el mantenimiento esta formado por una serie de actividades y herramientas físicas y administrativas que actuando conjuntamente sobre los medios de producción nos permiten:

- Según el tipo de mantenimiento, reparar averías cuando se presentan o antes de que esto suceda.
- Prever por medio del monitoreo de condiciones de trabajo.
- Establecer normas de manipulación de los equipos.
- Reducir tiempos inoperantes de los equipos y el desperdicio de materia prima.
- Prolongar la vida útil de los equipos e instalaciones.

1.4.2 Tipos de mantenimiento

La clasificación básica del mantenimiento lo divide principalmente en dos grandes actividades el Preventivo y el Correctivo. Pero las diferentes tendencias a confundir los límites que separan dichas actividades, supone una clasificación más completa, subdividiendo estas grandes actividades en seis tipos de mantenimiento que básicamente se pueden dividir en:

1.4.2.1 Mantenimiento rutinario

Comprende las actividades tales como: lubricación, limpieza, protección, ajustes, calibración y otras: su frecuencia de ejecución es hasta períodos semanales, generalmente es ejecutado por los mismos operarios de los equipos y su objetivo es mantener y alargar la vida útil de los mismos evitando su desgaste.

1.4.2.2 Mantenimiento programado

Toma como basamento las instrucciones técnicas recomendadas por los fabricantes, constructores diseñadores, usuarios, y experiencias conocidas, para obtener ciclos de revisión y/o sustituciones para los elementos más importantes de un equipo a objeto de determinar su trabajo que es necesario programar. Su frecuencia de ejecución cubre desde quince días hasta generalmente períodos de una año. Es ejecutado por las labores incorporadas en un calendario anual.

1.4.2.3 Mantenimiento por avería o reparación

Se define como la atención de un equipo cuando aparece una falla. Su objetivo es mantener en servicio adecuadamente dichos equipos, minimizando sus tiempos de parada. Es ejecutado por el personal de la organización de mantenimiento. La atención a las fallas debe ser inmediata y por tanto no da tiempo a ser programada pues implica el aumento en costos de paradas innecesarias de personal y equipo.

1.4.2.4 Mantenimiento circunstancial

Es una mezcla entre rutinario, programado, avería y correctivo, ya que por su intermedio se ejecutan acciones de rutina pero no tienen un punto fijo en el tiempo para iniciar su ejecución, porque los sistemas atendidos funcionan de manera alterna; se ejecutan acciones que están programadas en un calendario anual pero que tampoco tienen un punto fijo de inicio por la razón anterior; se detienen averías cuando el sistema se detiene, existiendo por supuesto otro sistema que cumpla su función, y el estudio de la falla permite la programación de su corrección eliminando dicha avería a mediano plazo.

La atención de los equipos bajo este tipo de mantenimiento depende no de la organización del mantenimiento que tiene a dichos equipos dentro de sus planes y programas, sino de otros entes de la organización, los cuales sugieren aumento en la capacidad de producción, cambios de procesos, disminución de ventas, reducción de personal y/o turnos de trabajo.

1.4.2.5 Mantenimiento correctivo

Comprende las actividades de todo tipo encaminadas a tratar de eliminar la necesidad de mantenimiento, corrigiendo las fallas de una manera integral a mediano plazo. Las acciones más comunes que se realizan son: modificación de alternativas de proceso, modificación de elementos de máquinas, cambios de especificaciones, ampliaciones revisión de elementos básicos de mantenimiento y conservación. Este tipo de actividades es ejecutado por el personal de la organización de mantenimiento y/o entes foráneos, dependiendo de la magnitud costos, especialización necesaria; su intervención tiene que ser planificada y programada en el tiempo para que su ataque evite paradas injustificadas.

Ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo

Ventajas

- Si el equipo esta preparado la intervención en el fallo es rápida y la reposición en la mayoría de los casos será con el mínimo tiempo.
- No se necesita una infraestructura excesiva, un grupo de operarios competentes será suficiente, por lo tanto el costo de mano de obra será mínimo, será más prioritaria la experiencia de los operarios, que la capacidad de análisis o de estudio del tipo de problema que se produzca.
- Es rentable en equipos que no intervienen de manera instantánea en la producción, donde la implantación de otro sistema resultaría poco económico.

Desventajas

- Se producen paradas y daños imprevisibles en la producción que afectan a la planificación de manera incontrolada.
- Se suele producir una baja calidad en las reparaciones debido a la rapidez en la intervención, y a la prioridad de reponer antes que reparar definitivamente, por lo que produce un hábito a trabajar defectuosamente, sensación de insatisfacción e impotencia, ya que este tipo de intervenciones a menudo generan otras al cabo del tiempo por mala reparación por lo tanto será muy difícil romper con esta inercia.

1.4.2.6 Mantenimiento preventivo

El Mantenimiento Preventivo es el que utiliza todos los medios disponibles, incluso los estadísticos, para determinar la frecuencia de las inspecciones, revisiones, sustitución de piezas claves, probabilidad de aparición de averías, vida útil, y otras. Su objetivo es adelantarse a la aparición o predecir la presencia de fallas.

El Mantenimiento Preventivo es el conjunto de acciones necesarias para conservar un equipo en buen estado independientemente de la aparición de las fallas.

Este tipo de mantenimiento busca garantizar que las condiciones normales de operación de un equipo o sistema sean respetadas es decir que el equipo esté libre de polvo, sus lubricantes conserven sus características y sus elementos consumibles tales como filtros, mangueras, correas etc. Sean sustituidas dentro de su vida útil.

El Mantenimiento Preventivo clásico prevé fallas a través de sus cuatro áreas básicas.

- a) **Limpieza:** las máquinas limpias son más fáciles de mantener operan mejor y reducen la contaminación. La limpieza constituye la actividad más sencilla y eficaz para reducir desgastes, deterioros y roturas.

- b) **Inspección:** se realizan para verificar el funcionamiento seguro, eficiente y económico de la maquinaria y equipo. EL personal de mantenimiento deberá reconocer la importancia de una inspección objetiva para determinar las condiciones del equipo. Con las informaciones obtenidas por medio de las inspecciones, se toman las decisiones a fin de llevar a cabo el mantenimiento adecuado y oportuno.

- c) **Lubricación:** un lubricante es toda sustancia que al ser introducida entre dos partes móviles, reduce el frotamiento calentamiento y desgaste, debido a la formación de una capa resbalante entre ellas. La lubricación es la acción realizada por el lubricante. Aunque esta operación es normalmente realizada de acuerdo con las especificaciones del fabricante, la ubicación física y geográfica del equipo y maquinaria; además de la experiencia, puede alterar las recomendaciones.

- d) **Ajuste:** es una consecuencia directa de la inspección; ya que es a través de ellas que se detectan las condiciones inadecuadas de los equipos y maquinarias, evitándose así posibles fallas.

El mantenimiento preventivo se realiza normalmente a través de inspecciones y operaciones sistemáticas. Estas se pueden realizar con el equipo en marcha, inmovilizado pero sin necesidad de desmontaje, inmovilizado con desmontaje. Puede asumir también la forma de sustituciones sistemáticas de componentes, órganos o equipos completos, que busquen prolongar la vida útil del sistema, disminuyendo la probabilidad de ocurrencia de fallas de estos elementos, normalmente en su etapa de desgaste.

Cuando la falla se presenta de manera progresiva, pueden monitorearse ciertos parámetros físicos que permiten decidir la intervención del equipo antes de la ocurrencia de la falla. Este tipo de mantenimiento no contemplado en la clasificación general del mantenimiento por ser una subdivisión del Mantenimiento Preventivo, se conoce como Mantenimiento por Condición o Predictivo, ya que busca efectuar la reparación del equipo en el umbral de ocurrencia de la falla, es decir, en el preciso momento de su aparición; bajo condiciones programadas, minimizando así los costos globales de mantenimiento. Este mantenimiento se lleva a cabo usando herramientas de predicción física (ultrasonidos, rayos X, termografía, vibrometría, análisis espectrográficos de lubricantes) o estadísticos uso de técnicas de confiabilidad).

Cuando el mantenimiento preventivo implica la puesta a nuevo de un equipo a través de la sustitución sistemática de todos sus componentes que muestran desgaste, se habla también de un Overhaul, gran revisión o revisión mayor, que pueden ser hechos por etapas (cambiando un componente a la vez) o de manera global, como es el caso de las paradas de planta.

Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo

Ventajas

- Se hace correctamente, exige un conocimiento de las máquinas y un tratamiento de los históricos que ayudará en gran medida a controlar la maquinaria e instalaciones.
- El cuidado periódico conlleva un estudio óptimo de conservación con la que es indispensable una aplicación eficaz para contribuir a un correcto sistema de calidad y a la mejora de los continuos.
- Reducción del correctivo representará una reducción de costos de producción y un aumento de la disponibilidad, esto posibilita una planificación de los trabajos del departamento de mantenimiento, así como una previsión de los recambios o medios necesarios.
- Se concreta de mutuo acuerdo el mejor momento para realizar el paro de las instalaciones con producción.

Desventajas

- Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra. El desarrollo de planes de mantenimiento se debe realizar por técnicos especializados.
- Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad.
- Los trabajos rutinarios cuando se prolongan en el tiempo produce falta de motivación en el personal, por lo que se deberán crear sistemas imaginativos para convertir un trabajo repetitivo en un trabajo que genere satisfacción y compromiso, la implicación de los operarios de preventivo es indispensable para el éxito del plan.

1.4.2.7 Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo, como su nombre lo indica intenta predecir fallos. Consiste en el monitoreo de parámetros de trabajo, la evolución de estos, permite detectar fallos con cierta anticipación y así evitar daños mayores, que ocasionarían en algunas plantas pérdidas muy grandes. En general el mantenimiento predictivo estudia la evolución de las condiciones de funcionamiento. La manera de variación de las condiciones de funcionamiento, debe ser analizada por personal que conozca previamente el equipo del cual se están tomando estas mediciones.

Uno de los puntos más importantes del mantenimiento predictivo es el hecho que no altera o no debe alterar el funcionamiento habitual de las plantas o equipos mientras se esta aplicando. La inspección de los parámetros de funcionamiento se puede realizar de manera periódica o continua, todo esto esta en función del tipo de planta, de las variables a monitorear, etcétera.

Ventajas del mantenimiento predictivo

- Logra reducir el tiempo inoperante, al conocerse exactamente la pieza que falla.
- Permite conocer la evolución de una falla.
- Se optimiza el tiempo de trabajo del personal de mantenimiento.
- El monitoreo de las condiciones de trabajo permite elaborar un archivo del comportamiento mecánico y de operaciones, específico de la maquinaria en mención.
- Se logra estimar con exactitud el tiempo límite de acción, para que la falla no se convierta en un imprevisto.
- Facilita el análisis de las averías y estadístico del sistema.

Tecnologías de mantenimiento predictivo.

- Análisis de vibraciones mecánicas
- Análisis de lubricantes
- Termografía infrarroja
- Ultrasonido
- Análisis de proceso de mantenimientoB

Es necesario conocer la máquina, el tipo de cojinetes, revoluciones de los equipos, número de bandas, excentricidades en los ejes, para evaluar específicamente en ese equipo, la manera en que las vibraciones evolucionan, con las horas de trabajo de los cojinetes, excentricidades de ejes, revoluciones y condiciones de lubricación.

1.5 Información general de mantenimiento preventivo

Administración del mantenimiento preventivo.

El mantenimiento, como cualquier otra actividad en una industria, necesita tener un buen programa administrativo para que pueda desarrollarse con satisfacción. La administración del mantenimiento preventivo se hace con el fin de organizarlo de una manera racional entre la mano de obra y los medios técnicos, para obtener resultados óptimos con la mínima inversión en mano de obra, materiales, repuestos y servicios externos.

Dirección, control y personal que realizará la tarea del mantenimiento

En el departamento, debe haber una persona que se encargue de llevar la planificación del mantenimiento, la cual debe basarse en los planes; esta persona es la encargada de modificar el plan en caso de emergencia o correctivos, de distribuir los trabajos entre el personal de mantenimiento y de pedir los materiales y repuestos al departamento encargado de compras.

Cada actividad de mantenimiento tiene distintas exigencias, ya que la actividad que se debe realizar en la maquina o instalación puede ser eléctrica o mecánica. Entonces, las tareas de origen eléctrico serán ejecutadas por las personas de ese taller, y las tareas mecánicas en los equipos, los mecánicos.

Las fabricaciones que requieran el empleo de maquinas como tornos, fresas, cepillos, etc., las realizara el personal del Departamento de maquinas y herramientas, pero si la planta no cuenta con este tipo de herramienta, se tendrá que recurrir a un servicio externo.

Objetivos del mantenimiento preventivo

- Limitar el envejecimiento del material y mejorar al mismo tiempo su estado.
- Hacer que el equipo funcione en las condiciones del régimen.
- Intervenir antes de que el costo de la reparación alcance valores excesivamente altos.
- Disminuir la posible aparición de averías en el equipo, cuya parada provoque un costo alto por pérdida de producción.
- Suprimir las causas y riesgos de accidentes en las maquinas e instalaciones de la planta.
- Evitar los consumos exagerados de agua, aire comprimido, vapor, energía, lubricantes, etc.
- Regularizar el programa de mantenimiento, procurando equilibrar su carga de trabajo.
- Normalizar la adquisición de nuevo equipo, repuestos y de materiales de reparación.
- Disminuir y controlar los costos de mantenimiento.

1.6 Generalidades de las normas ISO 9001:2000

La Organización Internacional para la Normalización (ISO) es la entidad responsable para la normalización a escala mundial. ISO está formado por comités técnicos, cada uno de los cuales es responsable de la normalización para cada área de especialidad. El propósito de ISO es promover el desarrollo de la normalización para fomentar a nivel internacional el intercambio de bienes y servicios, y para el desarrollo de la cooperación en actividades económicas, intelectuales, científicas y tecnológicas. El resultado del trabajo técnico dentro de ISO se publica en forma final como normas internacionales.

ISO 9001:2000 especifica los requisitos para los sistemas de gestión aplicables a toda organización que necesite demostrar su capacidad para proporcionar productos que cumplan los requisitos de sus clientes y los reglamentarios. Su fin es la satisfacción del cliente. Es la única norma sujeta a certificación.

La norma ISO 9001 es un método de trabajo, que se considera tan bueno, que es el más eficiente para mejorar la calidad y satisfacción de cara al consumidor. La versión actual, es del año 2000 ISO 9001:2000, que ha sido adoptada como modelo a seguir para obtener la certificación de calidad. Y es a lo que tiende, y debe de aspirar toda empresa competitiva, que quiera permanecer y sobrevivir en el exigente mercado actual. Toda mejora, redundará en un beneficio de la calidad final del producto, y de la satisfacción del consumidor.

Lo que se pretende con quien adopta la norma ISO 9001 como guía de desarrollo empresarial es:

- Alta competencia, elevadísima y difundida capacidad tecnológica de las empresas, logra los más altos estándares de producción a nivel de la totalidad del sistema productivo.
- Igualdad en calidad técnica de los productos, y la igualdad técnica de las empresas y organizaciones. Difícilmente superable por los tradicionales métodos tecnológicos. Han hecho que cada vez sea más difícil diferenciar los productos, y producir satisfacción en el consumidor.

- Óptima forma de mejorar la producción con los medios materiales existentes es mejorando la organización que maneja y gestiona los medios de producción como un todo, siguiendo los 8 principios básicos de las normas ISO 9001 y de gestión de calidad.
- Satisfacer al consumidor, es el objetivo final de la norma ISO 9001 y de toda empresa que pretenda permanecer en el mercado.

Cada año, las empresas se ven sometidas a una auditoria por parte de la empresa de certificación. A la que se le exigen los más altos niveles de honradez, seriedad, fiabilidad y experiencia. Dicha auditoria, va a exigir una mejora de los resultados respecto a la auditoria anterior. Por lo que es requisito indispensable para renovar la certificación, haber mejorado la calidad del producto.

Si no se supera la auditoría en determinados plazos, se pierde la certificación. La certificación es garantía de calidad. Es demandada por los consumidores y por las empresas certificadas. Estas empresas, suelen exigir la misma certificación a sus proveedores que permita a ambos mejorar y prosperar mediante productos de elevada calidad.

Los 8 principios básicos de la Norma ISO 9001 y de Gestión de la calidad

- a) **Organización enfocada al consumidor:** las organizaciones, dependen de sus consumidores, y por eso debe de entender las necesidades presentes y futuras de estos. Deben adaptarse a las necesidades e incluso sobrepasar las expectativas de los consumidores.

- b) El liderazgo:** los líderes, establecen la unidad de propósito y dirección de la organización. Ellos pueden crear y mantener el desarrollo interno en el que los integrantes de la organización, se vean totalmente involucrados en alcanzar los objetivos de la organización. Desarrollar y entender las necesidades y expectativas de los consumidores. Asegurarse de que los objetivos de la organización están enlazados con las necesidades y expectativas de los consumidores. La comunicación de las necesidades y expectativas de los consumidores a través de toda la organización. Midiendo la satisfacción del cliente, y actuando en función de los resultados.
- c) Compromiso de todo el personal:** el recurso humano, a todos los niveles, la esencia de la organización, y su completo desarrollo, permite que sus habilidades, sean usadas en beneficio de la organización.
- d) Enfoque a los procesos:** un resultado deseado se alcanza con más eficiencia cuando sus actividades y recursos relacionados, son manejados como procesos.
- e) Enfoque del sistema hacia la gestión:** identificando, entendiendo y gestionando-dirigiendo, previendo o actuando los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la efectividad de la organización y a la eficiencia en alcanzar sus objetivos.
- f) La mejora continua:** la continua mejora de la capacidad y resultados de la organización, debe ser el objetivo permanente de la organización.
- g) Enfoque objetivo hacia la toma de decisiones:** la toma de decisiones está basada en el análisis de los datos y la información.

- h) Relaciones mutuamente beneficiosas con los proveedores:** una organización y sus proveedores, son interdependientes que se benefician mutuamente, ya que aumenta la capacidad de ambas partes de crear riqueza.

1.6.1 Puntos importantes que exigen las Normas ISO 9001:2000

Las Normas ISO 9001:2000 exigen en el punto de infraestructura, que la organización debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura necesaria para lograr la conformidad con los requisitos del producto.

La infraestructura incluye, cuando sea aplicable:

- Edificios, espacio de trabajo y servicios asociados
- Equipo para los procesos (tanto *hardware* como *software*)
- Servicios de apoyo tales (como transporte o comunicación)

La planificación del sistema de gestión de calidad; la alta dirección debe asegurarse que:

- La planificación del sistema de gestión de la calidad se realiza con el fin de cumplir los requisitos generales del sistema de gestión de calidad, así como los objetivos de la calidad.
- Se mantiene la integridad del sistema de gestión de calidad cuando se planifican e implementan cambios en éste.

Los requisitos generales del sistema de gestión de calidad; indican que la organización debe establecer, documentar, implementar y mantener un sistema de gestión de la calidad y mejorar continuamente su eficacia de acuerdo con los requisitos de la norma internacional.

La organización debe:

- Identificar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad y su aplicación a través de la organización.
- Determinar la secuencia e interacción de estos procesos.
- Determinar los criterios y métodos necesarios para asegurarse de que tanto la operación como el control de estos procesos sean eficaces.
- Asegurarse de la disponibilidad de recursos e información necesarios para apoyar la operación y el seguimiento de los procesos.
- Realizar el seguimiento, la medición y el análisis de estos procesos.
- Implementar las acciones necesarias para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua de estos procesos.

La documentación del sistema de gestión de la calidad; debe incluir:

- Declaraciones documentadas de una política de la calidad y de objetivos de la calidad.
- Un manual de la calidad.
- Los procedimientos documentados requeridos en la norma internacional.
- Los documentos necesitados por la organización para asegurarse de la eficaz planificación, operación y control de sus procesos.
- Los registros requeridos por la norma internacional.

Manual de la calidad: la organización debe establecer y mantener un manual de la calidad que incluya:

- El alcance del sistema de gestión de la calidad, incluyendo los detalles y la justificación de cualquier exclusión.

- Los procedimientos documentados establecidos para el sistema de gestión de la calidad o de referencia a los mismos.
- Una descripción de la interacción entre los procesos del sistema de gestión de la calidad.

Control de documentos: debe establecerse un procedimiento documentado que defina los controles necesarios para:

- Aprobar los documentos en cuanto a su adecuación antes de su emisión.
- Revisar y actualizar los documentos cuando sea necesario y aprobarlos nuevamente.
- Asegurarse de que se identifiquen los cambios y el estado de revisión actual de los documentos.
- Asegurarse de que las versiones pertinentes de los documentos aplicables se encuentren disponibles en los puntos de uso.
- Asegurarse de que los documentos permanezcan legibles y fácilmente identificables.
- Asegurarse de que se identifiquen los documentos de origen externo y se controle su distribución.
- Prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos, y aplicarse una identificación adecuada en el caso de que se mantengan por cualquier razón.

Control de los registros; los registros deben establecerse y mantenerse para proporcionar evidencia de la conformidad con los requisitos así como de la operación eficaz del sistema de gestión de la calidad. Los registros deben permanecer legibles, fácilmente identificables y recuperables. Debe establecerse un procedimiento documentado para definir los controles

necesarios para la identificación, el almacenamiento, la protección, la recuperación, el tiempo de retención y la disposición de los registros.

1.7 Situación actual

1.7.1 Mantenimiento correctivo aplicado a la maquinaria

El mantenimiento que se aplica actualmente en toda la maquinaria de la planta de producción de tubería de acero es correctivo, dicho mantenimiento es enfocado a que se realiza cada vez que se arruina algún elemento o sucede algún desperfecto en la maquinaria, en esos casos, los mecánicos, electricistas, realizan la tarea de reparar la falla y por lo tanto existen paros de producción.

Al realizar las reparaciones correspondientes la mayoría de veces existe demasiado tiempo muerto porque las reparaciones requieren de ciertos ajustes, o bien necesitan de un taller específico como el de electricidad, soldadura o tornos, por consiguiente la producción se atrasa.

Entre el mantenimiento correctivo encontramos que algunas veces se realiza un mantenimiento de arreglo, y en otras ocasiones un mantenimiento reparativo. En el primero, se repone el funcionamiento de la maquinaria, aunque no quede eliminada la fuente que provoco la falla. En el segundo se repara la maquinaria, pero eliminando las causas que han producido la falla.

Con la aplicación del mantenimiento correctivo, suele producirse una baja calidad en las reparaciones debido a la rapidez en la intervención, y a la prioridad de reponer antes de reparar definitivamente, por lo que se produce un hábito de trabajar defectuosamente, ya que este tipo de intervenciones a menudo generan otras al cabo del tiempo, por mala reparación.

1.7.2 Procedimiento utilizado para realizar el mantenimiento correctivo

Cuando se realiza alguna reparación, comúnmente, se necesita de un taller específico como el mecánico y eléctrico, por lo cual es necesario llenar la orden de trabajo, para que quede una constancia del trabajo solicitado y de la recepción conforme del que solicitó dicha labor.

En situaciones en donde el mantenimiento correctivo, es realizado por mecánicos, no es necesario llenar las solicitudes de trabajo, ya que ellos se encuentran en un área específica de los departamentos de producción y a disposición del jefe de departamento, cuando el mismo solicite cualquier reparación de su área de trabajo.

1.7.2.1 Uso de la orden de trabajo

El departamento de mantenimiento, específicamente el jefe de mantenimiento, tiene a la mano las órdenes de trabajo, éstas permiten dejar constancia de la fecha, línea de producción, área, sección, el número de orden, quien solicita el trabajo respectivo, el departamento de la planta, y la descripción del trabajo solicitado.

Seguidamente la solicitud cuenta con las opciones de los dos talleres, ya sea eléctrico, o mecánico, la firma del solicitante y la firma de quien recibió la solicitud de trabajo.

Cuando se ha terminado el trabajo solicitado se escribe el nombre de la persona que entregó el trabajo con su firma, el nombre de la persona que supervisó el trabajo que tiene que ser el jefe del taller con su respectiva firma, y el nombre de la persona del departamento que solicitó el trabajo, con lo que se cuenta que recibió conforme con su firma respectiva, seguidamente cuenta con las observaciones que es donde se coloca la labor realizada en el taller.

1.7.2.2 Talleres establecidos para solicitudes de trabajo

El departamento de mantenimiento cuenta con dos talleres de apoyo para toda la planta, que son el taller mecánico y eléctrico, dichos talleres realizan una gran labor, porque solucionan varios problemas de la maquinaria.

En los dos talleres se cuenta con personal capacitado para realizar la labor de resolver los distintos inconvenientes que pueda presentar la maquinaria de la planta de producción.

Las órdenes de trabajo son recibidas por el departamento de mantenimiento, el cual debe responder a todos los trabajos pendientes que requiere la planta, por lo que el jefe de cada taller, debe tomar en cuenta los trabajos que tengan mayor prioridad para realizarlos inmediatamente.

1.7.2.2.1 Taller eléctrico

En el taller eléctrico se cuenta con herramientas y todo el equipo eléctrico que utiliza el personal para las distintas reparaciones, en este taller se reparan los paneles eléctricos, rotores, bobinados y todo lo que se refiera al aspecto eléctrico.

El taller cuenta con personal especializado para reparar todo lo referente al aspecto eléctrico, como un supervisor de área, el cual administra su equipo de trabajo, para que se puedan realizar las órdenes de trabajo eficientemente, y que la persona que reportó dicha orden se encuentre satisfecha con la reparación que se realizó, el supervisor es el encargado de enviar a su personal a cualquier maquinaria que no esté produciendo por algún aspecto eléctrico, y debe vigilar que eliminen la falla para que no vuelva a ocurrir.

1.7.2.2.2 Taller mecánico

En el taller mecánico se cuenta con herramientas y todo el equipo mecánico que utiliza el personal para distintas reparaciones.

El taller cuenta con personal especializado para reparar todo lo referente al aspecto mecánico, como un supervisor de área, el cual administra su equipo de trabajo, para que se puedan realizar las ordenes de trabajo eficientemente.

1.7.3 Procedimiento utilizado para requerir repuestos de bodega

Para adquirir un repuesto para cualquier taller ya sea mecánico o eléctrico de la bodega, se debe llenar la solicitud de requisición de repuestos, la cual se debe estar firmada por el supervisor del taller, además del jefe de mantenimiento.

Seguidamente se lleva la requisición a la bodega de repuestos, el encargado la recibe, se codifica el repuesto y se ingresa al sistema, se realiza la cotización para poder acceder a la orden de compra luego de la autorización de gerencia.

1.7.3.1 Uso de solicitud para requisición de repuestos

Para adquirir un repuesto de bodega se debe de llenar la solicitud de requisición de repuestos, en el cual debe especificar el repuesto o herramienta necesaria, la cantidad, código del material, y si es necesario el proveedor, y por ultimo lo debe firmar el supervisor de taller, además del jefe de mantenimiento.

Las firmas del supervisor y jefe de mantenimiento, forman parte fundamental de la requisición de repuestos, ya que sin la firma de los mismos no se les proporciona el repuesto, al mismo tiempo provoca que los que autorizan estén enterados.

1.7.4 Frecuencia de aplicación de mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo aplicado actualmente en los equipos industriales de la planta, se realiza con una frecuencia en donde prevalecen las situaciones en las cuales la maquinaria necesita una reparación inmediata, en donde los mecánicos, electricistas, corrigen la falla según sea el caso especializado, para cualquiera de ellos.

Los costos de repuestos, materiales, herramientas, mano de obra y los más importante que es el costo del tiempo perdido debido a las fallas, son las causas que afectan directamente la mala aplicación de un mantenimiento en los equipos industriales involucrados en la fabricación.

Muchas de las fallas que ocasionan los distintos tipos de maquinaria de toda la planta de producción, son por no aplicar un mantenimiento preventivo adecuado, en el cual se pueda prever que pasen distintos inconvenientes que actualmente tiene la planta.

1.7.5 Problemas ocasionados por el mantenimiento actual

Los principales problemas ocasionados con el mantenimiento correctivo son: tiempos muertos, costos elevados, incumplimiento de producción planificada, desgaste de maquinaria acelerada, esto para la empresa provoca grandes inconvenientes que van ligados con mantenimiento, producción y ventas.

1.7.5.1 Tiempos muertos

Cuando se realiza una reparación en cualquier tipo de maquinaria, ocasiona un tiempo muerto, ya que es todo el tiempo en el cual la maquinaria no produce un determinado bien.

En los casos en donde hay una reparación que necesita de un taller específico como el de tornos, electricidad o soldadura, indica que el trabajo a realizarse llevará demasiado tiempo, por consiguiente genera que el operador de la máquina se encuentra en una situación ociosa sin que sea su responsabilidad.

1.7.5.2 Costos elevados

Los costos del mantenimiento correctivo que provocan que las cantidades de dinero se agraven son de repuestos, materiales, herramientas, mano de obra, recursos, tiempo perdido en reparaciones. Analizando los costos de mantenimiento es de suma importancia mencionar que las fallas imprevistas son las que elevan considerablemente los llamados costos indirectos involucrados en el mantenimiento.

Regularmente, las fallas que van surgiendo en la maquinaria, se van agravando poco a poco hasta el punto en donde la maquinaria está fallando demasiado y se debe reparar, por lo que se realizará una reparación de alto grado, y por lo tanto los repuestos serán demasiado costosos.

Muchas veces cuando empieza una falla y el operador de la máquina se da cuenta, es mejor parar en ese momento para detectarla, porque si se espera a que la maquinaria falle totalmente, genera costos elevados en repuestos, material adecuado, mano de obra calificada, tiempo en reparaciones y provoca que la empresa pierda dinero en ese momento.

1.7.5.3 Incumplimiento de producción planificada

Para la planta de producción son generadas las órdenes que deben de producirse, dependiendo de los pedidos necesitados por los clientes, el departamento de producción planifica las órdenes de producción, al mismo tiempo los supervisores de cada departamento deben planificar según la maquinaria que se posea, en donde lo debe producir para cumplir con la fecha de entrega del producto.

Sabiendo que no se le está dando el mantenimiento adecuado a la maquinaria, se producen constantemente situaciones imprevistas en donde cualquier tipo de maquinaria falla, generando así atraso en la producción planificada y que en ciertas ocasiones no se haya cumplido con la fecha de entrega del producto al consumidor final.

Con una producción planificada, lo único que se espera es tener el producto para enviárselo al cliente, pero suceden casos en los que hay un atraso en la producción, generando así que la entrega del pedido no se logre.

1.7.5.4 Desgaste de maquinaria acelerada

Al producir constantemente y no darle un mantenimiento adecuado a la maquinaria genera un desgaste acelerado de la misma, porque no se está cuidando el equipo y se está acortando su vida útil.

La maquinaria necesita una revisión constante por parte de los mecánicos, electricistas, pues ellos conocen lo que las máquinas necesitan para que trabaje de una forma correcta, entonces si hubiera un tiempo determinado para que se revisaran las máquinas, podría mejorar situaciones en las que se pierde demasiado tiempo.

La maquinaria al estar trabajando constantemente sin parar de producir, genera un desgaste, el cual puede ser considerado como la pérdida progresiva de la sustancia de la superficie de operación de un cuerpo, que ocurre como resultado de los efectos de la carga y del movimiento relativo en la superficie. Es por ello que las piezas de la maquinaria de toda la planta necesitan de revisiones, ajustes o cambios, para no tener tiempos muertos en producción.

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Desarrollo del plan de mantenimiento preventivo para equipo utilizado en la fabricación de tubería de acero

La información concerniente al plan de acción diseñado para la implementación del mantenimiento preventivo y sus fases correspondientes a programación, ejecución y supervisión sobre los equipos industriales involucrados para la fabricación de tubería de aceros, se presentan con detalle en el presente capítulo de este documento.

2.1.1 Procedimiento general de un plan de mantenimiento de equipos, para el área de molinos de la línea 604, 483 y Mc. Kay

Es un procedimiento periódico que se proyecta como un medio para minimizar el riesgo de fallo y asegurar la continua operación de los equipos industriales dentro de la planta. El objeto de implementación de este tipo de mantenimiento en los equipos es extender la vida útil de los equipos y asegurar su funcionamiento continuo.

El mantenimiento preventivo proyectado sobre los equipos, para el área de molinos 604, 483 y Mc.Kay, establece el uso de rutinas de mantenimiento preventivo que incluyan limpieza, lubricación, ajuste, reemplazo de piezas, inspección continua y pruebas de funcionamiento.

La característica principal del mantenimiento preventivo proyectado es la de inspeccionar los equipos, permitiendo detectar las fallas en su fase inicial, corrigiéndolas en el momento oportuno.

La implementación del mantenimiento preventivo contempla una serie de acciones como lo son:

- Codificación de los equipos para facilitar la identificación y ubicación exacta dentro de la planta.
- Creación de un inventario con datos y características técnicas de los equipos que permita obtener información base para administrar su mantenimiento.
- Definición de rutinas de mantenimiento preventivo que sirvan como base para la fase administrativa de programación del mantenimiento de los equipos.

2.1.1.1 Codificación e inventario general del equipo

La codificación e inventario general designado para los equipos de los molinos involucrados en la fabricación de tubería de acero de planta TUBAC, se establece con el objeto de formar parte integral del mantenimiento preventivo que permita identificar, ubicar fácilmente el equipo y proporcionar las principales características de los equipos como es la marca, modelo o serie, mediante la designación del área, línea, equipo e infraestructura asignada en el formato de la lista maestra de infraestructura.

Este sistema de codificación forma parte del proceso de implementación del plan propuesto y su objeto es facilitar el proceso de administración del mantenimiento del equipo mediante su identificación oportuna.

2.1.1.2 Rutinas de mantenimiento preventivo para los equipos

Una parte integral de las mejoras proyectadas en los talleres de mantenimiento de planta TUBAC, es la definición de rutinas de mantenimiento preventivo para los equipos, estas rutinas, servirán como una guía para la ejecución de acciones técnicas de mantenimiento preventivo en los equipos industriales.

Las acciones técnicas proyectadas en las rutinas de mantenimiento preventivo a efectuarse sobre los equipos industriales contemplan:

- Inspección constante.
- Limpieza interna y externa.
- Lubricación de piezas móviles.
- Recambio de piezas desgastadas.
- Pruebas de funcionamiento.

Las rutinas de mantenimiento preventivo planeadas para los equipos industriales contendrán información con referencia a la acción técnica que tiene por objeto conservar el equipo, la periodicidad con que se aplicará dicha acción, el recurso humano necesario para su ejecución y el tiempo estimado para su ejecución. Todo ello estará establecido en el plan semestral de mantenimiento de tubo negro y fichas técnicas de inspección.

Para el mantenimiento preventivo, se establece un plan de las actividades a realizarse en distintas maquinarias de acuerdo con los manuales específicos de cada máquina, estableciendo así, el mantenimiento preventivo a realizarse, basándose en ese plan para desarrollar los planes semestrales de mantenimiento y fichas técnicas de inspección para los equipos, mediante el registro de infraestructura.

En el plan aparecen establecidas las actividades a realizar en los equipos, el área, la infraestructura y semanas contempladas para realizar el mantenimiento, así como el responsable de la ejecución de las tareas, por ejemplo: mecánico, eléctrico.

Las actividades serán realizadas por los responsables de los equipos, ellos entregaran al jefe de mantenimiento los registros. Para cada tipo de maquinaria existe una ficha técnica y de inspección de mantenimiento preventivo en donde se describe en forma general las actividades a realizar.

El registro de la lista maestra de infraestructura y plan semestral de mantenimiento preventivo del área de molinos, 604,483, McKay, (RE-AI-101, ver apéndices) previamente definido es programado semestralmente por el gerente de mantenimiento, con ello se muestra detalladamente las actividades a realizar con las semanas específicas.

En caso de las actividades de mantenimiento correctivo, se realizaran bajo la planificación y control del área de producción, quienes deciden en cada caso si deben ser realizadas por el personal de taller. Si es necesario que sea realizado por el supervisor de taller se debe recurrir a la orden de trabajo.

Los planes de mantenimiento para el área de molinos de la línea 604, 483 y Mc. Kay, se utilizarán como una guía para llevar a cabo mantenimiento preventivo y la revisión de infraestructura de la planta TUBAC, S.A., dependiendo de las necesidades de calidad. Con este plan se logrará cubrir la revisión de las mejoras de infraestructura y el mantenimiento de planta de tubo negro. Los documentos de referencia que se utilizarán para dar seguimiento al plan de mantenimiento son los siguientes:

- Registro RE-AI-101: Lista maestra de infraestructura.
- Registro RE-AI-102: Ficha técnica y de inspección.
- Registro RE-AI-103: Orden de trabajo.

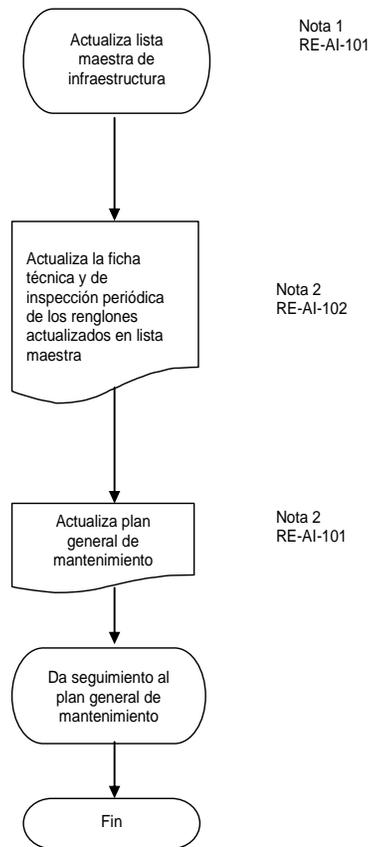
2.1.1.3 Procedimiento para la actualización de la planificación de mantenimiento preventivo.

El procedimiento que se utilizará para efectuar la planificación de mantenimiento preventivo en los equipos industriales conlleva la ejecución de los siguientes pasos:

1. El gerente de mantenimiento actualiza la lista maestra de infraestructura.
2. Se procede a actualizar la ficha técnica y de inspección periódica de los renglones actualizados en lista maestra.
3. Se actualiza el plan general de mantenimiento.
4. Se da seguimiento al plan general de mantenimiento.

Gráficamente, el procedimiento de ejecución de la planificación de mantenimiento preventivo se presenta en la figura 4

Figura 4. Diagrama de flujo para la actualización de planificación de mantenimiento preventivo.



2.1.1.4 Procedimiento de ejecución para realizar mantenimiento correctivo

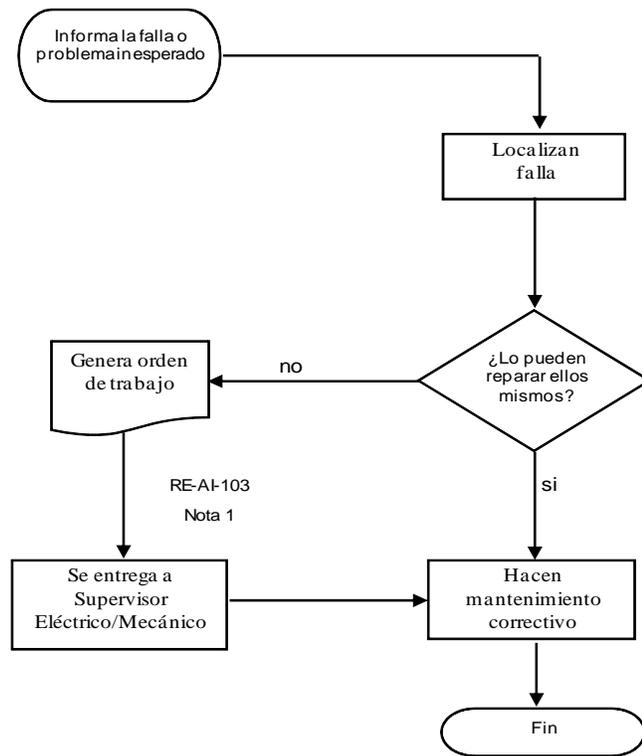
El procedimiento que se utilizará para realizar mantenimiento correctivo conlleva la ejecución de los siguientes pasos:

1. Los jefes de turno informan de la falla o problema inesperado.
2. Se procede a localizar la falla mecánica o eléctrica.
3. Si se puede reparar por mecánicos y eléctricos se realiza mantenimiento correctivo.

- Si no pueden reparar ellos mismos, se genera la orden de trabajo y se hace entrega de dicha orden al supervisor de mecánicos/eléctricos, y se procede a realizar mantenimiento correctivo.

Gráficamente el procedimiento de la ejecución del mantenimiento correctivo se presenta en la figura 5

Figura 5. Diagrama de flujo para realizar mantenimiento correctivo



2.1.1.5 Maquinaria que se le aplica mantenimiento preventivo

El área de molinos para la fabricación de tubería de acero esta conformada por:

Molinos de la línea 604 que esta conformada por los equipos de aspa OTO AD – 2565, empalmadora OTO GG -254, soldadora SAF-MIG 400-DBL, Floop (acumulador de material) OTO FR 42 L, formado OTO 604, soldadura de alta frecuencia EMMEDI KW 350, cortadora TCC-150, mesa de evacuación OTO 8707301.

Molinos de la línea 483 que esta conformada por los equipos de Aspa OTO AD-253, Empalmadora OTO GG-253, Soldadora SAF-TIG 360, Floop (acumulador de material) OTO FR 22L, Formado OTO 483, Soldadora de Alta frecuencia EMMEDI KW250, Cortadora TCC-160, Mesa de evacuación OTO 8707302.

Molinos de la línea Mc.Kay, que esta conformada por los equipos de Aspa STAMCO, Niveladora y Pinch-Roll de entrada Mc.Kay 0141-12, Empalmadora GUILD, Pinch-Roll # 1 (entrada) OTO MILL 64048, Pinch-Roll # 2 (molino de formado), Formado y Turcas ABBEY ETNA, Cortadora TCC-180, Mesa de evacuación OTO 8707303.

Toda la maquinaria mencionada anteriormente, forma parte del mantenimiento preventivo, en donde cada molino tendrá un plan semestral y su respectiva ficha técnica de inspección, y se clasificaran según el molino correspondiente.

2.1.2 Documentos para los controles de mantenimiento preventivo

El control del mantenimiento preventivo de equipos industriales de la planta, servirá como base para la planeación de actividades proyectadas tiene contemplado el uso de documentación técnica específicamente diseñada para recabar información con estos fines.

Los documentos a utilizar son:

- Lista maestra de infraestructura y plan semestral de mantenimiento preventivo, REGISTRO RE-AI-101
- Ficha técnica y de inspección, REGISTRO RE-AI-102
- Orden de trabajo, REGISTRO RE-AI-103

Estos formatos permitirán establecer un sistema para llevar un registro completo de la planeación y programación de mantenimiento.

2.1.2.1 Área de molinos de la línea 604

2.1.2.1.1 Lista maestra de infraestructura y plan semestral de mantenimiento preventivo para la línea 604

La lista maestra de infraestructura es un documento diseñado para almacenar registros de información relativa a la identificación del equipo, localización, características técnicas mediante la definición del área, infraestructura, línea, equipo y programación del mantenimiento preventivo semestralmente.

El plan semestral de mantenimiento preventivo para los molinos de la línea 604, están conformados por las cincuenta y dos semanas del año, identificados claramente por semestre, en que se aplican las actividades a realizarse.

La frecuencia con que se aplica el mantenimiento preventivo en el área de molinos de la línea 604, fueron estudiados cuidadosamente parte por parte en los manuales de los molinos, por lo que con estos planes queda concretamente documentado las actividades a realizarse en cada equipo.

La actividad a realizarse, la semana a efectuarse y el responsable de realizar las tareas de mantenimiento se detallan en la ficha técnica y de inspección.

Es de gran utilidad los registros del plan semestral de mantenimiento preventivo porque es un recordatorio para el jefe de mantenimiento, que en ese tiempo debe de recordar a los mecánicos de ese molino, que deben realizar las actividades de mantenimiento.

El formato diseñado para consignar información de la lista maestra de infraestructura y plan semestral de mantenimiento de un área de trabajo se presenta en la figura 6.

El gerente de mantenimiento envía el registro de la ficha técnica y de inspección de mantenimiento preventivo al supervisor ya sea mecánico o eléctrico, conforme a la semana correspondiente para que realicen las actividades planificadas, los registros de cada mantenimiento se archivan en departamento de mantenimiento firmados adecuadamente por el responsable del mantenimiento y supervisor respectivo.

Figura 6. Formato del plan semestral de mantenimiento para la línea 604

Lista Maestra de Infraestructura RE-AI-101				Semana (1er. semestre)																											
Plan Semestral de Mantenimiento Planta Tubo Negro				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
Fecha de Actualización:	_____																														
Actualizado por :	_____																														
Área	Línea	Equipo	Infraestructura																												
Molinos	604	Aspa	OTO AD-25645																												
	604	Empalmadora	OTO GG-254																												
	604	Soldadora	SAF-MIG 400-DBI																												
	604	Floop	OTO FR 42 L																												
	604	Formado	OTO 604																												
	604	Soldadura de alta frecuencia	EMMEDI KW 350																												
	604	Cortadora	TCC - 150																												
	604	Eddie Check	LAB - 2																												
	604	Mesa de evacuación	OTO 8707301																												
Observaciones:				_____ _____ _____																											

Nota 1: Esta planificación tiene una tolerancia de +/- 2 semanas.

El uso de este formato traerá consigo beneficios tales como:

- Identificar las características técnicas del equipo al cual se pretende aplicar el mantenimiento preventivo.
- Facilitar información relativa al fabricante para la adquisición de piezas de recambio del equipo.
- Facilitar información relativa a la fecha en que debe de realizarse mantenimiento.
- Consignación de las características técnicas del equipo por área de trabajo para facilitar su consulta.

2.1.2.1.2 Ficha técnica y de inspección para la línea 604

La ficha técnica y de inspección de los equipos es un documento específicamente diseñado para almacenar información relativa a la identificación del equipo y descripción de las partes y sub-partes de la maquinaria que se le aplicará mantenimiento, la actividad a realizarse, la fecha de ejecución y semana correspondiente así como el responsable de realizar las tareas de mantenimiento.

Entre las actividades principales que se mencionan en las fichas técnicas y de inspección, se encuentran las siguientes:

- Inspección de condiciones ambientales.
- Inspección interna y externa del equipo.
- Limpieza integral interna y externa.
- Lubricación y engrase.
- Reemplazo de ciertas partes.
- Pruebas funcionales completas.
- Ajuste y calibración.

Para que exista un control adecuado del mantenimiento aplicado a los molinos de la línea 604 fueron creadas las fichas técnicas y de inspección, teniendo así documentos que sirvan para el funcionamiento óptimo de la maquinaria y creando mejores resultados.

El formato de ficha técnica y de inspección se presenta en la figura 7

Figura 7. Formato de ficha técnica y de inspección para la línea 604

Ficha técnica y de Inspección RE-AI-102		Día/ Mes/ Año _____			
Nombre del Equipo: _____ Fecha de Edición: _____ No.de Serie del equipo: _____		Fecha de impresión: _____ Fecha de ejecución: _____ Semana: _____			
Parte	Mantenimiento Preventivo	M	E	Fechas de Ejecución	Nombre de Trabajador
Observaciones:					
_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____					

Vo.Bo. _____
Gerente de Mantenimiento

Vo.Bo. _____
Supervisor de mantenimiento
mecánico y/o eléctrico

El uso de este tipo de documentación técnica traerá consigo las siguientes mejoras al proceso de control del mantenimiento preventivo.

- Identificar las características técnicas del equipo al cual se pretende aplicar el mantenimiento preventivo.
- La descripción de las partes y sub-partes del equipo, así como el respectivo desarrollo de las actividades de mantenimiento preventivo.
- La identificación del mantenimiento ya sea mecánico y/ eléctrico.

2.1.2.1.3 Orden de trabajo para la línea 604

Es un documento técnico diseñado para uso exclusivo del jefe de departamento de mantenimiento que detallará cada uno de los trabajos realizados de mantenimiento que desea se ejecuten sobre un equipo.

Las órdenes de trabajo contarán con información relativa al equipo, la descripción del trabajo a realizar en el equipo, la fecha en que se deberá llevar a cabo el trabajo planeado, el personal designado para llevar a cabo el trabajo, el área designada, la línea de producción, la prioridad del trabajo, el visto bueno ante el cumplimiento de esta orden entre otros datos de interés y trámite respectivo de la orden.

El formato específico para efectuar una orden de trabajo de mantenimiento se muestra en la figura 8

Figura 8. Formato de orden de trabajo, para la línea 604

ORDEN DE TRABAJO

RE-AI-103

Solicitado por : _____ Área _____

Línea de producción: _____ Sección: _____

Fecha de solicitud: _____ Firma quien solicita el trabajo: _____

Personal Asignado: _____

Descripción del trabajo	PRIORIDAD	100%	75%	50%

Sección para uso exclusivo de Mantenimiento

Observaciones _____

Supervisor de mantenimiento
Mecánico o Eléctrico

Jefe de mantenimiento

Aceptación de trabajo realizado del solicitante

Fecha de entrega:

El uso de órdenes de trabajo traerá consigo beneficios en el control del mantenimiento preventivo entre los cuales se pueden mencionar:

- Garantizar el trabajo de mantenimiento preventivo planeado en un equipo al describir las actividades programadas.
- Facilitar el seguimiento y avance de las acciones de mantenimiento preventivo planeadas.
- Convertirse en un medio de retroalimentación para la planificación anual que lleva a cabo el jefe de departamento de mantenimiento.

2.1.2.1.4 Instructivo de mantenimiento preventivo para la línea 604

a) Propósito

Este instructivo describe el mantenimiento preventivo a realizarse a los molinos de la línea 604 de la empresa Tubac, S.A., tiene como objetivo principal asegurar el funcionamiento continuo del proceso de fabricación de tubería de acero, por medio de un control de mantenimiento preventivo.

b) Alcance

Aplica a los equipos conformados en la línea de molinos 604, que son los siguientes:

- Aspa (unidad desenrolladora)
- Empalmadora
- Soldadora
- Floop (acumulador de material)

- Formado
- Soldadura de alta frecuencia
- Cortadora
- Mesa de evacuación
- Enderezadora de tubos

c) Documentos de referencia

Lista maestra de infraestructura y plan semestral de mantenimiento

Registro RE-AI-101

Ficha técnica y de inspección para cada equipo involucrado

Registro RE-AL-102

Orden de trabajo

Registro RE-AI-103

d) Desarrollo

Es realizado por el mecánico y/o eléctrico del departamento de mantenimiento, o en ausencia de ambos la persona que fuere asignada.

- **Revisión, inspección y limpieza**

Para la unidad desenrolladora (Aspa): se realizarán las actividades de revisión y limpieza de las guías de desplazamiento, motores y bombas, cilindros hidráulicos, sistema de frenos, rodillos laterales del mamparo y aspa, embrague electromagnético.

Para el equipo Empalmadora: limpieza general de la máquina con solvente, limpieza interna/externa de tablero y pulpito, en la parte de la centralina: limpieza general, cambio y/o limpieza de filtro, revisión de acoplamiento de ertalón, revisión de fugas en todo el sistema hidráulico. En la soldadura: limpieza general de la maquina con aire, limpieza del transformador de potencia, revisión y limpieza a sistema eléctrico.

Para el acumulador de material (floop): limpieza total de la máquina, limpieza de tablero y pulpito, revisión de manómetros del sistema neumático, limpieza de motor de corriente continua, limpieza y calibración de fotoceldas, revisión de rodos de pinch-roll, revisión de rodos laterales y horizontales, revisión del sistema de frenado motor C.C., revisión y/o cambio de rodos de ertalón de tambor central, revisión de transmisiones de pinch- roll, limpieza y/o cambio de filtro de lubricación de reductores.

Para formado y calibrado: en la parte de la guía lateral de tira: limpieza de guías y listones metálicos de desplazamiento con agua a presión (caliente) y luego aplicar grasa. En la parte de allanadora: limpiar con agua caliente y engrasar las guías de desplazamiento y tornillos de regulación, revisión del juego axial y radial de los ejes para verificación de cojinetes. En la parte de las mordazas de soldadura: limpieza general con agua caliente, tanto chumaceras como mecanismos de regulación, revisión de los cojinetes de soldadura (desarmar chumaceras). En la parte de la central hidráulica limpieza general, sopleteado de intercambiador, revisión de fugas de aceite, limpieza o cambio de filtro, inspección de presión de trabajo Pmáx. (900psi). En el descordonador externo: limpieza de todos los mecanismos de regulación y guías de desplazamiento. En la parte de cabeza turca: limpieza general y engrase en todas las guías, tornillos de regulación y graseras, revisión de cojinetes, inspección de eje central y acoplamiento flexible.

Para la cortadora de tubo: en la parte del motor – reductor: limpieza general. En la parte sierra lenta: inspección de cableado eléctrico de motor, revisión de rosca y tuercas de sujeción de mordazas y graduación de las mismas. En la parte del acelerador: limpieza completa de engranes y cremalleras, verificación de ajustes de cojinetes y guía de cremallera, inspección de acoplamiento de motor a reductor helicoidal, verificación de ajuste de cuñas y tornillos de apriete, revisión de junta flexible de alineación de ejes. En la parte central hidráulica: limpieza general con solvente mineral o diesel, sopletar con aire y diesel los radiadores o intercambiadores de calor, revisión de posibles fugas, en centralina, mangueras o tubos hidráulicos, limpieza y/o cambio de filtros hidráulicos en líneas de retorno y de alta presión, revisión de presión de trabajo graduar a menos de 1500 psi, revisión de acoplamiento de estalón. En la parte de enfriamiento, revisar las condiciones de manguera emulsiva, inspección de reapriete de todos los tornillos de protección.

Para la mesa de evacuación: En la parte de mesa: limpieza general, revisión de estado de chumaceras de los rodos de mesa (no tener juego), revisión del estado de poleas y fajas de transmisión. En la parte de brazos: inspección de brazos (apriete y posición), revisión de apriete y separación de levas de activación de sensor de posicionamiento, inspección de apriete de tornillos y revisión general del pistón neumático de tope de tubos. En la parte de central hidráulica: verificación de fugas, limpieza general, limpieza al intercambiador de calor, cambio o limpieza de filtro de retorno de aceite, limpieza de motor eléctrico de bomba, verificar presión de bomba (no mas de 1,000 psi).

Para la enderezadora de tubos: En la parte de motores eléctrico: revisión de contactores y limpieza de los tableros. En la parte de los reductores: inspeccionar que no haya fugas de aceite, revisión de transmisiones y apriete de tornillos de las mismas. En la parte del cuerpo de enderezado: limpieza a mecanismo de graduación de rodos, revisión de estado de rodos, fijarlos si es necesario (para eliminar virutas que rayan el tubo).

- **Revisión y lubricación (engrase y aceite)**

Para la unidad Desenrolladora (Aspa): En la parte de las Guías de desplazamiento: lubricación completa. En la parte de centralinas: análisis del aceite y cambio de filtro. En la parte de cilindros hidráulicos: verificación de fugas y nivel de aceite.

Para el equipo empalmadora: Lubricación completa de máquina con grasa marca Molitec EP2. En la parte de centralina: revisión de nivel de aceite hidráulico, esta actividad se debe de realizar con aceite 68 marca Nufo o Rando, comprobación de presiones de aceite dentro del rango 1,500 PSI máx, revisión de fugas en todo el sistema hidráulico.

Para el acumulador de material (Floop): Engrase general (grasa EP2), revisión del aceite lubricador neumático, nivelación de aceite de reductores (aceite 220 nufo o rando), nivelación de aceite cilindro cesto externo (Hidráulico 68 nufo o rando).

Para el equipo formado y calibrado: En la parte de la guía lateral de tira: limpiar las guías y listones metálicos de desplazamiento con agua a presión (caliente) y luego aplicar grasa (EP2), además engrase de tornillos y selectores de regulación.

En la parte de allanadora: engrasar las guías de desplazamiento los tornillos de regulación de sube-baja, aplicar grasa (sistema neumático) a todas las graseras de rodos y tornillos de graduación, engrase a todas las graseras del eje. En la parte de TG y mordazas de soldadura: engrase de guías, tornillos y todas las graseras, tanto chumaceras como mecanismos de regulación (chumaceras o mordazas de soldadura con grasa azul o mega). Para la central hidráulica: ver fugas de aceite, cambio de filtro de retorno, verificación de nivel de aceite. En la parte de descordonador externo: engrase de guías de regulación y de todas las graseras. Para cabeza turca: engrase en todas las guías, tornillos de regulación y graseras. Para motorización de C.C. y desdoblados: engrase de coupling de engrane de todos los reductores, ver niveles de aceite de todos los reductores (aceite 220), engrase de todas las cruces y transmisiones.

Para cortadora de tubo: Para parte del motor-reductor: nivelación de aceite de reducto (aceite 220), engrase de tronchadora de fresa lenta, engrase de mordazas de fresa lenta. Para la parte del acelerador: lubricación general de chumaceras y cojinetes guía de acelerador y cremallera, nivelación de aceite de reducto helicoidal. Para la central hidráulica: cambio de filtros hidráulicos en líneas de retornos y de alta presión, nivelar aceite hidráulico (aceite 68).

Para mesa de evacuación: Parte de la mesa: engrase de chumaceras (grasa EP2). En la parte de brazos: inspección de nivel de aceite de reductores (aceite 220). En la parte de central hidráulica: inspección de nivel de aceite (aceite 68), cambio de filtro de retorno de aceite.

Para equipo de enderezadora de tubos: En la parte de reductores: ver nivel de aceite, inspeccionar que no existan fugas de aceite, engrase de transmisiones. En la parte del cuerpo de enderezado: engrase de chumaceras de rodos de enderezado (6 superiores y 6 inferiores), engrase a mecanismo de graduación de rodos.

2.1.2.2 Área de molinos de la línea 483

2.1.2.2.1 Lista maestra de infraestructura y plan semestral de mantenimiento preventivo para la línea 483

La lista maestra de infraestructura es un documento diseñado para almacenar registros de información relativa a la identificación del equipo, localización, características técnicas mediante la definición del área, infraestructura, línea, equipo y programación del mantenimiento preventivo semestralmente.

El plan semestral de mantenimiento preventivo para el área de molinos de la línea 483, están conformados por las cincuenta y dos semanas del año, identificados claramente por semestre, en que se aplican las actividades a realizarse.

La frecuencia con que se aplica el mantenimiento preventivo en el área de molinos de la línea 483, fueron estudiados cuidadosamente parte por parte en los manuales de los molinos, por lo que con estos planes queda concretamente documentado las actividades a realizarse en cada equipo.

La actividad a realizarse, la semana a efectuarse y el responsable de realizar las tareas de mantenimiento se detallan en la ficha técnica y de inspección.

Para que exista un control adecuado de mantenimiento aplicado a los equipos fueron creados los planes en el área de molinos de la línea 483, creando así documentos que sirvan para el funcionamiento óptimo de la maquinaria y creando así mejores resultados.

Es de gran utilidad los registros del plan semestral de mantenimiento preventivo porque es un recordatorio para el jefe de mantenimiento, que en ese tiempo debe de recordar a los mecánicos de ese molino, que deben realizar las actividades de mantenimiento.

El formato diseñado para consignar información de la lista maestra de infraestructura y plan semestral de mantenimiento se presenta en la figura 6.

El gerente de mantenimiento envía el registro de la ficha técnica y de inspección de mantenimiento preventivo al supervisor ya sea mecánico o eléctrico, conforme a la semana correspondiente para que realicen las actividades planificadas, los registros de cada mantenimiento se archivan en departamento de mantenimiento firmados adecuadamente por el responsable del mantenimiento y supervisor respectivo.

Figura 9. Formato del plan semestral de mantenimiento para la línea 483

Lista Maestra de Infraestructura RE-AI-101				Semana (1er. semestre)																									
Plan Semestral de Mantenimiento Planta Tubo Negro																													
Fecha de Actualización: _____																													
Actualizado por : _____																													
Área	Línea	Equipo	Infraestructura	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Molinos	483	Aspa	OTO AD-253																										
	483	Empalmadora	OTO GG-253																										
	483	Soldadora	SAF-TIG 360																										
	483	Floop	OTO FR 22L																										
	483	Formado	OTO 483																										
	483	Soldadura de alta frecuencia	EMMEDI KW 250																										
	483	Cortadora	TCC-160																										
	483	Eddie Check	LAB - 2																										
	483	Mesa de evacuación	OTO 8707302																										
Observaciones:				_____ _____ _____																									

Nota 1: Esta planificación tiene una tolerancia de +/- 2 semanas.

El uso de este formato traerá consigo beneficios tales como:

- Identificar las características técnicas del equipo al cual se pretende aplicar el mantenimiento preventivo.
- Facilitar información relativa al fabricante para la adquisición de piezas de recambio del equipo.
- Facilitar información relativa a la fecha en que debe de realizarse mantenimiento.
- Consignación de las características técnicas del equipo por área de trabajo para facilitar su consulta.

2.1.2.2.2 Ficha técnica y de inspección para la línea 483

La ficha técnica y de inspección de los equipos es un documento específicamente diseñado para almacenar información relativa a la identificación del equipo y descripción de las partes y sub-partes de la maquinaria que se le aplicará mantenimiento, la actividad a realizarse, la fecha de ejecución y semana correspondiente así como el responsable de realizar las tareas de mantenimiento.

Entre las actividades principales que se mencionan en las fichas técnicas y de inspección, se encuentran las siguientes:

- Inspección de condiciones ambientales.
- Inspección interna y externa del equipo.
- Limpieza integral interna y externa.
- Lubricación y engrase.
- Reemplazo de ciertas partes.
- Pruebas funcionales completas.
- Ajuste y calibración.

Para que exista un control adecuado del mantenimiento aplicado a los molinos de la línea 483 fueron creadas las fichas técnicas y de inspección, teniendo así documentos que sirvan para el funcionamiento óptimo de la maquinaria y creando mejores resultados.

El formato de ficha técnica y de inspección se presenta en la figura 10

Figura 10. Formato de ficha técnica y de inspección para la línea 483

Ficha técnica y de Inspección RE-AI-102				Día/ Mes/ Año _____	
Nombre del Equipo: _____ Fecha de Edición: _____ No.de Serie del equipo: _____		Fecha de impresión: _____ Fecha de ejecución: _____ Semana: _____			
Parte	Mantenimiento Preventivo	M	E	Fechas de Ejecución	Nombre de Trabajador
Observaciones:					
_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____					

Vo.Bo. _____
Gerente de Mantenimiento

Vo.Bo. _____
Supervisor de mantenimiento
mecánico y/o eléctrico

El uso de este tipo de documentación técnica traerá consigo las siguientes mejoras al proceso de control del mantenimiento preventivo.

- Identificar las características técnicas del equipo al cual se pretende aplicar el mantenimiento preventivo.
- La descripción de las partes y sub-partes del equipo, así como el respectivo desarrollo de las actividades de mantenimiento preventivo.
- La identificación del mantenimiento ya sea mecánico y/ eléctrico.

2.1.2.2.3 Orden de trabajo para la línea 483

Es un documento técnico diseñado para uso exclusivo del jefe de departamento de mantenimiento que detallará cada uno de los trabajos realizados de mantenimiento que desea se ejecuten sobre un equipo.

Las órdenes de trabajo contarán con información relativa al equipo, la descripción del trabajo a realizar en el equipo, la fecha en que se deberá llevar a cabo el trabajo planeado, el personal designado para llevar a cabo el trabajo, el área designada, la línea de producción, la prioridad del trabajo, el visto bueno ante el cumplimiento de esta orden entre otros datos de interés y trámite respectivo de la orden.

El formato específico para efectuar una orden de trabajo de mantenimiento se muestra en la figura 11.

Figura 11. Formato de orden de trabajo para la línea 483

ORDEN DE TRABAJO
RE-AI-103

Solicitado por : _____ Área _____
Línea de producción: _____ Sección: _____
Fecha de solicitud: _____ Firma quien solicita el trabajo: _____
Personal Asignado: _____

Descripción del trabajo	PRIORIDAD	100%	75%	50%

Sección para uso exclusivo de Mantenimiento

Observaciones _____

Supervisor de mantenimiento
Mecánico o Eléctrico

Jefe de mantenimiento

Aceptación de trabajo realizado del solicitante

Fecha de entrega:

El uso de órdenes de trabajo traerá consigo beneficios en el control del mantenimiento preventivo entre los cuales se pueden mencionar:

- Garantizar el trabajo de mantenimiento preventivo planeado en un equipo al describir las actividades programadas.
- Facilitar el seguimiento y avance de las acciones de mantenimiento preventivo planeadas.
- Convertirse en un medio de retroalimentación para la planificación anual que lleva a cabo el jefe de departamento de mantenimiento.

2.1.2.2.4 Instructivo de mantenimiento preventivo para la línea 483

a) Propósito

Este instructivo describe el mantenimiento preventivo a realizarse a los molinos de la línea 483 de la empresa TUBAC, S.A., tiene como objetivo principal asegurar la capacidad continua del proceso de fabricación de tubería de acero por medio de un control de mantenimiento preventivo.

b) Alcance

Aplica a los equipos conformados en la línea de molinos 483, que son los siguientes:

- Aspa (unidad desenrolladora)
- Empalmadora
- Soldadora
- Floop

- Formado
- Soldadora de alta frecuencia
- Cortadora
- Mesa de evacuación

c) Documentos de referencia

Lista maestra de infraestructura y plan semestral de mantenimiento,
Registro RE-AI-101

Ficha técnica y de inspección para cada equipo involucrado,
Registro RE-AI-102

Orden de trabajo,
Registro RE-AI-103

d) Desarrollo

- **Revisión , inspección, verificación y limpieza**

Para la unidad desenrolladora (Aspa): Se realizarán las actividades de revisión y limpieza de las guías de desplazamiento. Para las centralinas: realizar un lavado a vapor, realizar regulaciones y verificar estabilidad de presión. Para los radiadores intercambiadores: lavado a vapor y verificación del fluido. Para los reductores: limpieza general. Para los motores y bombas: revisión de acoplamiento de ertalón y comprobación de amperaje con y sin carga. Para mangueras y tubería: reapriete de acoplamiento o racores. Para los cilindros hidráulicos: verificación de fugas de aceite. En la parte del sistema de freno: revisión o cambio de pastilla de freno, limpieza de discos, verificación de presión neumática, drenar y limpiar filtro neumático. En la parte de los pernos de anclaje realizar un reapriete. En la parte del tablero eléctrico y pulpito:

realizar limpieza general. Para la parte de mamparo y aspa: revisión de rodillos laterales. En la parte del embrage electromagnético: realizar limpieza y revisión de escobilla.

Para el equipo de empalmador, pinch-roll y allanadora: Se realizan las actividades de revisión y limpieza general de la maquina con solvente, limpieza interna/externa de tablero y pulpito, inspección de filo de cuchillas, inspección de mordazas de bronce y soporte de cobre, inspección de cojinetes de la guía lateral de lamina e inspección de cojinetes de rodos acelerados, limpieza del acoplamiento magnético y revisión de la escobilla eléctrica, revisión de giro de rodillos para verificación de cojinetes. En la parte de la centralina: realizar limpieza general, cambio y/o limpieza de filtro, lavado de radiador o intercambiador, revisión de acoplamiento de ertalón, comprobación de amperaje con y sin carga, comprobaciones de presiones de aceite dentro del rango 1,500 PSI máx y revisión de fugas en todo el sistema hidráulico.

Para la máquina soldadura TIG: Se realizarán las actividades de revisión y limpieza total de la máquina (con aire), limpieza de transformador de potencia y de transformador de alta frecuencia, mantenimiento a switch y contactor principal, revisión de cableado de potencia y cable de tierra, además de la revisión y limpieza a sistema electrónico.

Para el acumulador de material (Floop): Se realizará limpieza total de la maquina, limpieza de tablero y pulpito, revisión de manómetros del sistema hidráulico, limpieza de motor de corriente continua, limpieza y calibración de fotoceldas, revisión de rodos de pinch-roll, revisión de cojinetes de rodos mesa guía lamina, revisión der rodos laterales y horizontales, revisión del sistema de frenado de motor C.C., revisión y/o cambio de ertalón de tambor central, revisión de transmisiones de pinch-roll.

Para el equipo de formado y calibrado: Se realizarán las actividades de revisión y limpieza en la parte de la guía lateral de tira realizando limpieza de guías y listones de desplazamiento con agua a presión (caliente) y luego aplicar grasa así también a los tornillos y selectores de regulación. En la parte de allanadora: limpieza con agua caliente de las guías de desplazamiento y tornillos de regulación sube-baja. Para la parte de TG y mordazas de soldadura: limpieza general con agua caliente, revisión de cojinetes de soldadura (desarmar chumaceras), inspección de soporte de rodillos superiores de soldadura. En la parte de la central hidráulica: limpieza general de central, sopleteado de intercambiador, inspeccionar fugas de aceite, limpieza y/o cambio de filtro de retorno, verificación de nivel de aceite e inspección de presión de trabajo P_{máx.} (900 PSI). En la parte de descordonador externo: limpieza de todos los mecanismos de regulación y guías de desplazamiento. Para la parte de cabeza turca: limpieza general de todas las guías, tornillos de regulación, graseras, calzado y rectificado de rueda de encoder con acero inoxidable para evitar errores en largo de tubo, revisión de cojinetes, inspección de eje central y acoplamiento flexible a encoder. Para la parte de motorización de C.C y desdobladores: limpieza de selector, revisión de carbones, y cambio de filtro de aire, verificar el nivel de reductor principal, limpieza de filtro de aceite, inspección y apriete de tornillos de juntas cardánicas de todas las transmisiones, inspección de apriete de tornillos de cambio rápido. Para la parte de tablero de mando y paneles eléctricos: limpieza general con solvente dieléctrico así como su revisión de todas sus funciones.

Para la máquina encargada de cortar el tubo: Se realizará revisión y limpieza general en la parte del motor-reductor así como la inspección al cableado eléctrico de motor, eléctrico de moog y eléctrico de sensores, revisión de rosca y tuercas de sujeción de mordazas y graduación de las mismas. En la parte del acelerador: limpieza completa de engranes y cremalleras, verificación

de ajustes de cojinetes guía de cremallera, inspección de acoplamiento de motor a reductor helicoidal, verificación de ajuste de ajuste de cuñas y tornillos de apriete. En la parte de la central hidráulica: limpieza general con solvente mineral, o diesel incluyendo motor, electroválvulas y accesorios, así como también sopletear con aire y diesel los radiadores o intercambiadores de calor, observar posibles fugas en centralina, accesorios, mangueras o tubos hidráulicos, además de la limpieza y/o cambio de filtros hidráulicos en líneas de retorno y de alta presión, observar nivel de trabajo y graduar a menos de 1500 PSI, revisión de acoplamiento de estalón. En la parte de enfriamiento: observar condiciones de manguera de agua emulsiva y sistemas de enfriamiento que no se encuentren obstruidos, inspección final de reapriete de todos los tornillos de protecciones y limpieza de pulpito de control y tablero eléctrico.

Para el equipo utilizado en la mesa de evacuación: Se realizará en la parte de la mesa: limpieza general, revisión de estado de chumaceras de los rodos de mesa (no tener juego) y observar el estado de juntas de ertalón. En la parte de los brazos: inspección de brazos (apriete y posición), inspección de apriete y separación de levas de activación de sensor de posicionamiento, revisión de sensores, apriete de los mismos, posicionamiento y ver sus protectores para evitar danos por golpes, inspección, apriete de tornillos y revisión general del pistón neumático de tope de tubos. En la parte de la central hidráulica: realizar inspección de nivel de aceite, verificación de fugas, limpieza general al intercambiador de calor, cambio o limpieza de filtro de retorno de aceite, limpieza de motor eléctrico de bomba, verificar presión de bomba (no más de 1,000 PSI). En la parte del panel eléctrico: limpieza general de panel eléctrico y verificación de funcionamiento total.

- **Revisión y lubricación (engrase y aceite)**

Para la unidad desenrolladora (Aspa): En la parte de guías de desplazamiento: realizar lubricación completa y ajuste. Para la parte de centralinas: análisis del aceite y cambio de filtro. En la parte de reductores: revisión de niveles. En la parte de cilindros hidráulicos revisión de fugas de aceite.

Para el equipo empalmadora y pinch-roll: Se realizará lubricación completa de maquina con grasa EP2 (MOLITEC EXTREMA PRESION), engrase total de la maquina, revisión del nivel de aceite de reducto. En la parte de la centralina: revisión de nivel de aceite hidráulico (aceite 68 nufo o rando), revisión de fugas en todo el sistema hidráulico.

Para el equipo de acumulador de material (Floop): Se realizará engrase general, revisión del aceite lubricador neumático (aceite 68 nufo o rando), nivelación de aceite de reductores (aceite 220 nufo o rando) nivelación de aceite cilindro cesto externo (hidráulico 68), cambio de filtro de lubricación de reductores.

Para el equipo de formado y calibrado: En la parte de la guía lateral de tira: engrase de las guías y listones metálicos de desplazamiento, engrase de tornillos y selectores de regulación. Para la parte de allanadora: engrase de las guías de desplazamiento y tornillos de regulación de sube-baja, aplicar grasa (sistema neumático) a todas las graseras de rodos y tornillos de graduación, engrase de tornillos de regulación y graseras del eje. Para la parte de TG y mordazas de soldadura: engrasar guías tornillos y todas las graseras, tanto chumaceras como mecanismos de regulación (chumaceras o mordazas de soldadura con gras azul o mega).

En la parte de la central hidráulica: verificación de nivel de aceite (aceite 68 nufo o rando) e inspección de presión de trabajo P_{máx.} (900 PSI). En la parte del descordonador externo: Engrase de guías de regulación y de todas las graseras. En la parte de la cabeza turca: Engrase de todas las guías, tornillos de regulación y graseras. En la parte de Motorización de C.C. y desdobladores engrase de motor, engrase de coupling de engrane de todos los reductores, ver niveles de aceite de todos los reductores (aceite 220 Esso o Reagal), engrase de todas las cruces y transmisiones.

Para el equipo cortadora de tubo: En la parte de Motor-Reductor: nivelación de aceite de reducto (aceite 220 nufo o rando), engrase de tronchadora de fresa lenta. En la parte del acelerador: lubricación general de chumaceras y cojinetes guía de acelerador y cremallera, nivelar aceite de reducto helicoidal. Para la parte de la central hidráulica: nivelar aceite hidráulico (aceite 68 nufo o rando).

En el equipo utilizado en la mesa de evacuación: En la parte de la mesa: engrase de chumaceras de los rodos de mesa (grasa EP-2). En la parte de los brazos: nivelar aceite de reductores (Teresso 220 o Regal 220). En la parte de la central hidráulica: nivelar aceite (hidráulico 68 Rando), cambio de filtro de retorno de aceite.

2.1.2.3 Área de molinos de la línea Mc.Kay

2.1.2.3.1 Lista maestra de infraestructura y plan semestral de mantenimiento preventivo para la línea Mc Kay

Los planes de mantenimiento preventivo para el área de molinos de la línea Mc.Kay, están conformados por una descripción del área, línea, equipo e infraestructura, así como las semanas correspondientes al semestre del año que se aplicará mantenimiento.

El plan semestral de mantenimiento preventivo para los molinos de la línea Mc.Kay, están conformados por las cincuenta y dos semanas del año, identificados claramente por semestre, en que se aplican las actividades a realizarse.

La frecuencia con que se aplica el mantenimiento preventivo en el área de molinos de la línea Mc.Kay, fueron estudiados cuidadosamente parte por parte en los manuales de los molinos, por lo que con estos planes queda concretamente documentado las actividades a realizarse en cada equipo.

La actividad a realizarse, la semana a efectuarse y el responsable de realizar las tareas de mantenimiento se detallan en la ficha técnica y de inspección.

Para que exista un control adecuado de mantenimiento aplicado a los equipos fueron creados los planes en el área de molinos de la línea Mc. Kay, creando así documentos que sirvan para el funcionamiento óptimo de la maquinaria y creando así mejores resultados.

Es de gran utilidad los registros del plan semestral de mantenimiento preventivo porque es un recordatorio para el jefe de mantenimiento, que en ese tiempo debe de recordar a los mecánicos de ese molino, que deben realizar las actividades de mantenimiento.

El formato diseñado para consignar información de la lista maestra de infraestructura y plan semestral de mantenimiento se presenta en la figura 12.

El gerente de mantenimiento envía el registro de la ficha técnica y de inspección de mantenimiento preventivo al supervisor ya sea mecánico o eléctrico, conforme a la semana correspondiente para que realicen las actividades planificadas, los registros de cada mantenimiento se archivan en departamento de mantenimiento firmados adecuadamente por el responsable del mantenimiento y supervisor respectivo.

Figura 12. Formato del plan semestral de mantenimiento, para la línea Mc. Kay

Lista Maestra de Infraestructura RE-AI-101				Semana (1er. semestre)																									
Área	Línea	Equipo	Infraestructura	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Molinos	Mc. Kay	Aspa	STAMCO																										
	Mc. Kay	Niveladora y pinch roll de entrada	OTO GG - 253																										
	Mc. Kay	Empalmadora Guild	GUILD																										
	Mc. Kay	Pinch-roll # 1 (entrada)	OTO MILLS 64048																										
	Mc. Kay	Pinch- roll # 2 (molino de formado)	OTO																										
	Mc. Kay	Formado y turcas	ABBEY ETNA																										
	Mc. Kay	Cortadora	TCC-160																										
	Mc. Kay	Mesa de evacuación	OTO 8707302																										
Observaciones:				<hr/> <hr/> <hr/>																									

Nota 1: Esta planificación tiene una tolerancia de +/- 2 semanas.

El uso de este formato traerá consigo beneficios tales como:

- Identificar las características técnicas del equipo al cual se pretende aplicar el mantenimiento preventivo.
- Facilitar información relativa al fabricante para la adquisición de piezas de recambio del equipo.
- Facilitar información relativa a la fecha en que debe de realizarse mantenimiento.
- Consignación de las características técnicas del equipo por área de trabajo para facilitar su consulta.

2.1.2.3.2 Ficha técnica y de inspección para la línea Mc. Kay

La ficha técnica y de inspección de los equipos es un documento específicamente diseñado para almacenar información relativa a la identificación del equipo y descripción de las partes y sub-partes de la maquinaria que se le aplicará mantenimiento, la actividad a realizarse, la fecha de ejecución y semana correspondiente así como el responsable de realizar las tareas de mantenimiento.

Entre las actividades principales que se mencionan en las fichas técnicas y de inspección, se encuentran las siguientes:

- Inspección de condiciones ambientales.
- Inspección interna y externa del equipo.
- Limpieza integral interna y externa.
- Lubricación y engrase.
- Reemplazo de ciertas partes.
- Pruebas funcionales completas.
- Ajuste y calibración.

Para que exista un control adecuado del mantenimiento aplicado a los molinos de la línea Mc.Kay, fueron creadas las fichas técnicas y de inspección, teniendo así documentos que sirvan para el funcionamiento óptimo de la maquinaria y creando mejores resultados.

El formato de ficha técnica y de inspección se presenta en la figura 13.

Figura 13. Formato de ficha técnica y de inspección para la línea Mckay

Ficha técnica y de Inspección RE-AI-102				Día/ Mes/ Año _____	
Nombre del Equipo: _____ Fecha de Edición: _____ No.de Serie del equipo: _____		Fecha de impresión: _____ Fecha de ejecución: _____ Semana: _____			
Parte	Mantenimiento Preventivo	M	E	Fechas de Ejecución	Nombre de Trabajador
Observaciones:					
_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____					

Vo.Bo. _____
Gerente de Mantenimiento

Vo.Bo. _____
Supervisor de mantenimiento
mecánico y/o eléctrico

El uso de este tipo de documentación técnica traerá consigo las siguientes mejoras al proceso de control del mantenimiento preventivo.

- Identificar las características técnicas del equipo al cual se pretende aplicar el mantenimiento preventivo.
- La descripción de las partes y sub-partes del equipo, así como el respectivo desarrollo de las actividades de mantenimiento preventivo.
- La identificación del mantenimiento ya sea mecánico y/ eléctrico.

2.1.2.3.3 Orden de trabajo para la línea Mc.Kay

Es un documento técnico diseñado para uso exclusivo del jefe de departamento de mantenimiento que detallará cada uno de los trabajos realizados de mantenimiento que desea se ejecuten sobre un equipo.

Las órdenes de trabajo contarán con información relativa al equipo, la descripción del trabajo a realizar en el equipo, la fecha en que se deberá llevar a cabo el trabajo planeado, el personal designado para llevar a cabo el trabajo, el área designada, la línea de producción, la prioridad del trabajo, el visto bueno ante el cumplimiento de esta orden entre otros datos de interés y trámite respectivo de la orden.

El formato específico para efectuar una orden de trabajo de mantenimiento se muestra en la figura 14.

Figura 14. Formato de orden de trabajo para la línea McKay

ORDEN DE TRABAJO
RE-AI-103

Solicitado por : _____ Área _____
Línea de producción: _____ Sección: _____
Fecha de solicitud: _____ Firma quien solicita el trabajo: _____
Personal Asignado: _____

Descripción del trabajo	PRIORIDAD	100%	75%	50%

Sección para uso exclusivo de Mantenimiento

Observaciones _____

Supervisor de mantenimiento
Mecánico o Eléctrico

Jefe de mantenimiento

Aceptación de trabajo realizado del solicitante

Fecha de entrega:

El uso de órdenes de trabajo traerá consigo beneficios en el control del mantenimiento preventivo entre los cuales se pueden mencionar:

- Garantizar el trabajo de mantenimiento preventivo planeado en un equipo al describir las actividades programadas.
- Facilitar el seguimiento y avance de las acciones de mantenimiento preventivo planeadas.
- Convertirse en un medio de retroalimentación para la planificación anual que lleva a cabo el jefe de departamento de mantenimiento.

2.1.2.3.4 Instructivo de mantenimiento preventivo para la línea Mc. Kay

a) Propósito

Este instructivo describe el mantenimiento preventivo a realizarse a los molinos de la línea Mc. Kay de la empresa Tubac, S.A., tiene como objetivo principal asegurar el funcionamiento continuo del proceso de fabricación de tubería de acero, por medio de un control de mantenimiento preventivo.

b) Alcance

Aplica a los equipos conformados en la línea de molinos Mc. Kay, que son los siguientes:

- Aspa (unidad desenrolladora)
- Niveladora y Pinch-Roll de entrada
- Empalmadora Guild
- Pinch-Roll # 1 (entrada)

- Pinch-Roll # 2 (molino de formado)
- Formado y turcas
- Cortadora
- Mesa de evacuación

c) Documentos de referencia

Lista maestra de infraestructura y plan semestral de mantenimiento,
registro RE-AI-101

Ficha técnica y de inspección para cada equipo involucrado,
registro RE-AI-102

Orden de trabajo,
registro RE-AI-103

d) Desarrollo

- **Revisión , inspección, verificación y limpieza**

Para la unidad desenrolladora (Aspa): En la parte aspa o desbobinador limpieza general, revisión de cadena de transmisión de rotación, incluido el tensor, inspección a tornillos (apriete) de sistema general, revisión del sistema de expansión del mandril, inspección del coil-car, carro para bobina, ver que no existan fugas de aire. En la parte de la central hidráulica: limpieza general, revisión de fugas en conectores, mangueras, bomba, revisar acople entre motor y bomba, revisión de bobinas de electroválvulas y chequeo de cableado, inspección al sistema de enfriamiento del aceite en las dos centralinas, limpieza de motor eléctrico y ver su consumo de agua para detectar su correcto funcionamiento.

Para el equipo la niveladora y pinch-roll de entrada: En la parte de la central de aceite de lubricación: revisión de motor eléctrico (Amperaje), revisar acoplamiento de bomba y motor. En la parte del reductor central: ajustes de rodos de la niveladora, revisar acople de motor principal y reductor, inspección de motor principal (Amperaje). En la parte de la niveladora: inspección de cilindros neumáticos, inspección de electroválvulas neumáticas, inspección de motor eléctrico de graduación de rodillos.

Para el equipo de la Empalmadora Guil: En la parte de la central hidráulica: limpieza general, revisar y eliminar fugas en conectores, mangueras y bomba, revisar acople entre motor y bomba, revisar bobinas de electroválvulas y chequeo de cableado, inspección del sistema de enfriamiento y ver su consumo de agua para detectar su correcto funcionamiento, verificar enfriamiento correcto, revisar las conexiones en banco de electroválvulas (eléctricas y mecánicas). En la parte de las cuchillas: inspección del estado de las cuchillas, inspección del estado de los resortes y espárragos, inspección de la base de cobre, revisar el cableado de los finales de carrera, verificación del funcionamiento y limpieza general del motor de traslación de la antorcha, limpieza al equipo MIG (Miller) de soldadura, limpieza al motor de tracción y válvulas de paso de gas.

Para el equipo de Pinch-Roll # 1 (entrada): En la parte de motorización: chequeo eléctrico general del motor, amperaje, cableado y borboneras, inspección general del reductor, inspección y limpieza del estado de rodos, cojinetes, transmisiones y guías laterales, revisar los pistones hidráulicos, electroválvulas hidráulicas, revisar y eliminar fugas en mangueras, revisar el diafragma neumático de freno, electroválvula neumática y el estado de las pastillas de freno.

Para el equipo de Pinch-Roll # 2 (molino de formado): En la parte de motorización: inspección eléctrica a todos los motores de formado y al motor de acabado y sizing, inspección y limpieza de transmisiones de rodos en general, inspección del estado de los cojinetes de todas las torres, ver ajustes de cojinetes y si necesitan adaptar tuercas de ajuste de cojinetes (torre fija), inspección continua del estado de los cluster o laterales, dos de formado y tres de sizing, limpieza de chumaceras de soldadura y guías para apertura y cierre (siempre limpiar roscas de ejes), inspección y limpieza de cilindro neumático del descoronador externo, limpieza general del tablero eléctrico, reapriete de borneras, reacomodo de cables en canaletas, inspección térmica de los componentes eléctricos y electrónicos. En la parte del descoronador interno: inspección del motor eléctrico (amperaje), cableado de electroválvulas. En la parte de las cabezas turcas: ver reductores de turcas, acoples de motor y reductor, revisar tornillo sin fin de graduaciones. En la parte de encoder de corte: revisión de motor eléctrico, ventiladores y tapas (medir amperaje), chequear cajas o conectores rápidos, cableado y protección de cables, revisar el cilindro neumático de subida y bajada además chequear su electroválvula, inspección del estado de cojinetes de la rueda (rueda de acero), revisar acople entre rueda metálica y encoder, revisión eléctrica del encoder, observar su conector y cableado.

Para la máquina cortadora: En la parte de la central hidráulica: chequear acople de motor y bomba, chequear electroválvulas, conectores y en mangueras eliminar fugas, inspección eléctrica del motor, bobina de electroválvulas, motor de bombas de enfriamiento y cableado, inspección de la bomba de enfriamiento de aceite, chequear del funcionamiento del intercambiador de calor. En la parte de la sierra y carro: limpieza de cojinetes de rodos del eje de la sierra, de guías laterales y de la graduación de altura, inspección de la faja dentada, inspección de cilindros hidráulicos de la sierra y

de mordazas, bloquear con contratuerca el cilindro de subida y bajada de la sierra, chequear las electroválvulas neumáticas del pistón de frenada, inspección de los sensores de carrera del carro y de la sierra además del cableado, revisar apriete de pistón de vaivén del carro, limpieza general del tablero eléctrico realizando reapriete de borneras, reacomodo de cables en canaletas, inspección térmica de los componentes eléctricos y electrónicos, revisar falsos contactos en componentes eléctrico.

Para el equipo utilizado en la mesa de evacuación: Revisión general del estado de cojinetes de cada chumacera de cada rodillos, ver que no tengan juego. Revisar el tornillo castigador de cada polea (que este apretado y que la polea esta alineado), revisar y cambiar estado de las fajas, revisar paletas de salida, revisar pistones neumáticos y chumaceras, revisar sensores de accionamiento de paletas, inspección del cableado de cada electroválvula y de los motores. En la parte de la central hidráulica: revisar o cambiar conectores de mangueras, pistones hidráulicos, tuberías, etc., revisar cableado del banco de electroválvulas de estibado.

- **Revisión y lubricación (engrase y aceite)**

Para la unidad desenrollada (Aspa): engrasar y/o lubricar acople entre motor y bomba, revisar el nivel de aceite y agregarle si es necesario (aceite 68 Rando), revisar en el sistema de enfriamiento el aceite de las dos centralinas. En la parte del aspa o desbobinador Coil Car: engrase del sistema de expansión del mandril, engrase e inspección del coil –car.

En el equipo de la niveladora y pinch-roll de entrada: En la parte de la central de aceite de lubricación: ver presión de aceite de lubricación, revisar nivel de aceite (aceite 220). En la parte del reductor central: engrase de todos los acoples y chumaceras en general. En la parte de la niveladora: engrase de chumaceras de quijadas guías de entrada de lámina.

En el equipo de la empalmadora guild: En la parte de la central hidráulica: engrase y/o lubricación de acople entre motor y bomba, revisar el nivel de aceite y agregarle si es necesario (aceite 68 rando). En la parte de las cuchillas: engrase y limpieza de guías laterales, guías de cuchillas verticales y horizontales, lubricación de las guías del motor de traslación de la antorcha.

En el equipo de pinch-roll # 1 (entrada): En la parte de motorización: revisar y/o cambiar filtro de aceite del reductor, engrase de rodos, cojinetes, transmisiones y guías laterales.

En el equipo de pinch-roll # 2 (molino de formado): engrase de mecanismo de graduación.

En el equipo cortador: En la parte de la central hidráulica revisar el nivel de aceite y agregarle si es necesario (aceite 68 rando). En la parte de la sierra y carro: engrase general de cojinetes de rodos del eje de la sierra y guías laterales, engrase de vaivén del carro.

En el equipo utilizado en la mesa de evacuación: engrase general de cojinetes y chumaceras de cada rodillo. En la parte de la central hidráulica: revisar el nivel de aceite hidráulico (aceite 68 rando).

2.1.3 Programación del mantenimiento preventivo

Esta fase administrativa a implementar en el departamento de mantenimiento de planta TUBAC, S.A., contempla la ejecución del mantenimiento preventivo en el momento oportuno evitando que se produzca desgaste excesivo, fallas prematuras o sobre mantenimientos de los equipos.

La programación del mantenimiento preventivo se elaborará al inicio de cada semestre correspondiente a un año en particular y su contenido deberá plasmar fechas específicas para efectuar las rutinas de mantenimiento preventivo de los equipos industriales utilizados en la fabricación de tubería de acero. Esta programación la deberá efectuar el jefe de departamento en conjunto con los supervisores de mantenimiento encargados de cada área específica donde se encuentren ubicados los equipos industriales.

La base sobre la cual se debe partir para establecer los programas de mantenimiento es la evaluación inicial efectuada sobre un equipo para determinar sus condiciones generales. De esta forma, podremos clasificar a aquellos equipos que necesitan mantenimiento correctivo y aquellos equipos que podrán incluirse dentro de la programación del mantenimiento preventivo, efectuando así, un análisis crítico para poner en evidencia los elementos que requieren mayor conservación.

Las acciones programadas bajo un calendario específico traerán consigo mejoras para los equipos y para el taller encargado de mantenimiento entre las cuales se pueden mencionar:

- Los paros de un equipo se realizarán en forma ordenada y programada buscando asegurar la continuidad del servicio.
- Las acciones de mantenimiento se efectuarán en el momento oportuno.
- Se establecerá con detalle las acciones de mantenimiento que deberá efectuar el taller encargado de mantenimiento y cuando las deberá efectuar.
- La disponibilidad y eficiencia de los equipos industriales aumentará considerablemente debido a que las acciones preventivas efectuadas oportunamente reducirán el riesgo de fallas imprevistas.
- Se reducirán al mínimo las interrupciones en el servicio que prestan los equipos al disminuir la probabilidad de fallas imprevistas en un equipo.
- Se reducirán las necesidades constantes de mantenimiento correctivo y de piezas de recambio para los equipos.
- Disminución del tiempo de ocio del taller.

La programación de mantenimientos preventivos correspondientes a los equipos para las áreas de los molinos de las líneas 604, 483 y Mc.Kay se presentan en lo apéndices.

CONCLUSIONES

1. La falta de procedimientos para la aplicación de acciones de mantenimiento preventivo es una de las problemáticas encontradas en el mantenimiento efectuado en los equipos industriales, la cual se resolverá a través de la aplicación de rutinas de mantenimiento preventivo que señalan exactamente la acción de mantenimiento que se deberá aplicar y la periodicidad con que se deberá llevar a cabo, la aplicación de estas rutinas propuestas garantizarán la mejor conservación del equipo.
2. El establecimiento de instructivos y registros de mantenimiento preventivo en las líneas de producción del área de molinos 604, 483 y Mc.Kay es necesaria para tener documentos adecuados que ayuden a mantener la maquinaria en funcionamiento óptimo de producción, generando así, la satisfacción de un producto de calidad.
3. La programación eficaz del mantenimiento preventivo ayudará a garantizar la disminución de la tasa de fallos en los equipos, mediante la aplicación de acciones preventivas en forma oportuna, así también disminuirán las acciones correctivas que se aplican actualmente.
4. Con la aplicación del plan de mantenimiento, basado en la programación de actividades, se facilitan las tareas de administración y control.
5. La supervisión mediante visitas programadas e inspecciones periódicas permitirá detectar fallas en forma anticipada, lo que disminuirá el número de paros en los equipos.

RECOMENDACIONES

Al departamento de mantenimiento

1. Planificar anticipadamente la adquisición de recursos necesarios para implementar el mantenimiento preventivo.
2. Realizar las actividades descritas conforme la programación de mantenimiento para llevar un control adecuado.
3. Diseñar una planificación oportuna de mantenimiento correctivo, para los equipos en los que no es viable la aplicación de mantenimiento preventivo, para conservar el equipo en óptimo funcionamiento.
4. Mantener una comunicación interna con el equipo de trabajo, mediante reuniones operativas, para retroalimentar las actividades programadas.

A los supervisores de mantenimiento

5. Capacitar constantemente al personal encargado de realizar tareas de mantenimiento, para alcanzar los objetivos deseados.
6. Monitorear con frecuencia todas las actividades de mantenimiento, para lograr resultados positivos y un buen funcionamiento del equipo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Buymeisler, Theodore y otros. **Manual del Ingeniero Mecánico**. 9ª ed. Colombia: Editorial McGraw-Hill, 1997.
2. Duffuaa, Salih. **Sistemas de mantenimiento, planificación y control**. México: Editorial Limusa, 2002.
3. Meza Yela, Ramon Rafael. Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo aplicado a la industria de fibrocemento. Tesis Ing. Mec. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería, 1980.
4. Minasi, Mark. **Guía completa de mantenimiento y actualización**. Mexico: Ventura Ediciones, 1994.
5. Morrow, L.C. **Manual de mantenimiento industrial**. Mexico: Editorial Continental, 1973.
6. Newbrought, E.T. **Administración del Mantenimiento Industrial**. 2ª ed. México: Editorial Diana. 1994.
7. Tabla Guevara, Guillermo. **Guía para implantar la norma ISO 9000 para empresas de todos tipos y tamaños**. México: Editorial McGraw-Hill, 1998.

APÉNDICES

Figura 15. Programación de mantenimiento preventivo para el área de molinos de la línea 604 (1er. semestre)

Lista Maestra de Infraestructura RE-AI-101				Semana (1er. semestre)																								
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Plan Semestral de Mantenimiento Planta Tubo Negro	Fecha de Actualización: _____																											
	Actualizado por : _____																											
Área	Línea	Equipo	Infraestructura																									
Molinos	604	Aspa	OTO AD-25645			■																						
	604	Empalmadora	OTO GG-254				■																					
	604	Soldadora	SAF-MIG 400-DBI					■																				
	604	Floop	OTO FR 42 L						■																			
	604	Formado	OTO 604							■																		
	604	Soldadura de alta frecuencia	EMMEDI KW 350														■											
	604	Cortadora	TCC - 150																									
	604	Eddie Check	LAB - 2																									
	604	Mesa de evacuación	OTO 8707301																									
Observaciones:				_____ _____ _____ _____																								

Nota 1: Esta planificación tiene una tolerancia de +/- 2 semanas.

Figura 16. Programación de mantenimiento preventivo para el área de molinos de la línea 604 (2do. semestre)

Lista Maestra de Infraestructura RE-AI-101				Semana (2do. semestre)																																
				Área	Línea	Equipo	Infraestructura	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52			
Molinos	604	Aspa	OTO AD-25645																																	
	604	Empalmadora	OTO GG-254																																	
	604	Soldadora	SAF-MIG 400-DBI																																	
	604	Floop	OTO FR 42 L																																	
	604	Formado	OTO 604																																	
	604	Soldadura de alta frecuencia	EMMEDI KW 350																																	
	604	Cortadora	TCC - 150																																	
	604	Eddie Check	LAB - 2																																	
	604	Mesa de evacuación	OTO 8707301																																	
Observaciones:				<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>																																

Nota 1: Esta planificación tiene una tolerancia de +/- 2 semanas.

Figura 17. Programación de mantenimiento preventivo para el área de molinos de la línea 483 (1er. semestre)

Lista Maestra de Infraestructura RE-AI-101				Semana (1er. semestre)																									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Plan Semestral de Mantenimiento Planta Tubo Negro																													
Fecha de Actualización:																													
Actualizado por :																													
Área	Línea	Equipo	Infraestructura																										
Molinos	483	Aspa	OTO AD-253																										
	483	Empalmadora	OTO GG-253																										
	483	Soldadora	SAF-TIG 360																										
	483	Floop	OTO FR 22L																										
	483	Formado	OTO 483																										
	483	Soldadura de alta frecuencia	EMMEDI KW 250																										
	483	Cortadora	TCC-160																										
	483	Eddie Check	LAB - 2																										
	483	Mesa de evacuación	OTO 8707302																										
Observaciones:																													

Nota 1: Esta planificación tiene una tolerancia de +/- 2 semanas.

Figura 18. Programación de mantenimiento preventivo para el área de molinos de la línea 483 (2do. semestre)

Lista Maestra de Infraestructura RE-AI-101 Plan Semestral de Mantenimiento Planta Tubo Negro Fecha de Actualización: _____ Actualizado por : _____				Semana (2do. semestre)																											
				27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52		
Molinos	483	Aspa	OTO AD-253																												
	483	Empalmadora	OTO GG-253																												
	483	Soldadora	SAF-TIG 360																												
	483	Floop	OTO FR 22L																												
	483	Formado	OTO 483																												
	483	Soldadura de alta frecuencia	EMMEDI KW 250																												
	483	Cortadora	TCC-160																												
	483	Eddie Check	LAB - 2																												
	483	Mesa de evacuación	OTO 8707302																												
Observaciones:				_____ _____ _____ _____																											

Nota 1: Esta planificación tiene una tolerancia de +/- 2 semanas.

Figura 19. Programación de mantenimiento preventivo para el área de molinos de la línea McKay (1er. semestre)

Lista Maestra de Infraestructura RE-AI-101				Semana (1er. semestre)																									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Plan Semestral de Mantenimiento Planta Tubo Negro	Fecha de Actualización: _____																												
Actualizado por : _____																													
Área	Línea	Equipo	Infraestructura																										
Molinos	Mc. Kay	Aspa	STAMCO			■																							
	Mc. Kay	Niveladora y pinch roll de entrada	OTO GG - 253				■																						
	Mc. Kay	Empalmadora Guild	GUILD					■																					
	Mc. Kay	Pinch-roll # 1 (entrada)	OTO MILLS 64048						■																				
	Mc. Kay	Pinch- roll # 2 (molino de formado)	OTO							■																			
	Mc. Kay	Formado y turcas	ABBEY ETNA																										
	Mc. Kay	Cortadora	TCC-160																										
	Mc. Kay	Mesa de evacuación	OTO 8707302																										
Observaciones:				_____ _____ _____ _____																									

Nota 1: Esta planificación tiene una tolerancia de +/- 2 semanas.

Figura 20. Programación de mantenimiento preventivo para el área de molinos de la línea McKay (2do. semestre)

Lista Maestra de Infraestructura RE-AI-101				Semana (2do semestre)																											
Plan Semestral de Mantenimiento Planta Tubo Negro																															
Fecha de Actualización: _____																															
Actualizado por : _____																															
Área	Línea	Equipo	Infraestructura	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52		
Molinos	Mc. Kay	Aspa	STAMCO			■																									
	Mc. Kay	Niveladora y pinch roll de entrada	OTO GG - 253				■																								
	Mc. Kay	Empalmadora Guild	GUILD					■																							
	Mc. Kay	Pinch-roll # 1 (entrada)	OTO MILLS 64048						■																						
	Mc. Kay	Pinch- roll # 2 (molino de formado)	OTO							■																					
	Mc. Kay	Formado y turcas	ABBEY ETNA																												
	Mc. Kay	Cortadora	TCC																												
	Mc. Kay	Mesa de evacuacion	OTO 8707302																												
Observaciones:				_____ _____ _____ _____																											

Nota 1: Esta planificación tiene una tolerancia de +/- 2 semanas.